Havalandırma sistemleri www.pitrehavalandirma.com

İKLİMLENDİRME – SOĞUTMA PROGRAMI

Arpar Mühendislik & Havalandırma Sistemleri Ltd. Şti

Adres : Tevfikbey Mah. İbrahim Kalfa Sk. No:29/A Sefaköy Küçükçekmece / İSTANBUL
Ofis : 0 212 580 43 11
Gsm : 0534 068 89 15

İÇ HAVA KALİTESİ

1.1. GİRİŞ

İç ortam hava kalitesi (İOHK) günümüzde Dünya genelinde HVAC endüstrisinin üzerinde çalıştığı, en önemli konulardan biridir. İç ortam hava kalitesi, bina kalitesini etkilemesi nedeniyle, büyük önem taşımaktadır. Binanın tasarımı, inşaatı, işletimi ve bakımı gibi farklı evreleri iç ortam hava kalitesini etkilemektedir.

Geçmişte, hava kalitesine ait araştırma ve denetlemeye yönelik çabalar, dış çevre ve endüstriyel alanlarda yoğunlaşmış, son 30 yıldır yapılan çalışmalarda dış çevre hava kalitesinin artırılarak, daha temiz hava sağlanması hedeflenmiş, iç mekan havalandırmasına uygun hale getirilmesinde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Aynı dönemde binaların özellikleri değişim göstermiştir. Enerji korunumuna yönelik olarak binaların sızdırmazlık düzeyi artırılmış, havalandırma oranı azaltılmış, iç ortam konforunu etkileyen yeni kirletici maddeler ortaya çıkmış ve fark edilmiştir. Tüm bu faktörler çoğu kişinin günün büyük bir kısmını geçirdiği iç mekanlarda, havada bulunan zehirli maddelerin artışına, hava kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır.

İç ortam konforunun sağlanması, ASHREA tarafından uzun zamandır ele alınan bir konudur. İç hava kalitesi, yaşanan hacimlerde solunan havanın temizliği ile ilgilidir. Havasız koku içeren ortamlar sağlıksız olmamakla birlikte, kullanıcı konforunun azalmasına çalışma performanslarının düşmesine neden olmaktadır.

Gözlerde yanma, nefes alma güçlüğü, göğsün sıkışması, hava yoluyla yayılan hastalıklardaki artış, üzerinde yoğunlaşılarak çalışılan diğer konulardır. Kronik yada sonradan ortaya çıkan sağlık sorunları, genelde ilk aşamada teşhisi güç, yada yıllar sonra ortaya çıkabilen özelliklerdir. Akut semptomları kolaylıkla teşhis edilirken, hastalığın asıl nedeninin saptanması güç olabilmektedir.

1.2. HASTA BİNA SENDROMU

Hasta Bina Sendromu (HBS) görünür hiçbir hastalık nedeni olmayan bir binada, sakinlerin sadece binada geçirdikleri zamana bağlantılı olarak sağlık ve konfor şikayetleri olmasına verilen isimdir.

Araştırmalar, düşük hava kalitesi ile bazı kullanıcıların karşılaştıkları akut veya kronik sağlık sorunları arasında bağlantı olduğunu göstermektedir. Karşılaşılan sorunların yarıdan fazlası, yetersiz ya da uygun olmayan havalandırmadan ve ısıtma, soğutma, iklimlendirme sistemlerinin eksikliklerinden kaynaklanmaktadır. Bu koşullar, kullanıcıların nedeni kesin tanımlanamayan sağlık sorunları ile karşılaşmalarına neden olmaktadır. Bu kavram Hasta Bina Sendromu (Sick Building Syndrome) olarak tanımlanmaktadır.

1.3. HASTA BİNA SENDROMU GÖSTERGELERİ

1. Bina sakinleri birdenbire rahatsızlardan şikayet etmeye başlarlar.
2. Bu şikayetler baş ağrısı göz, burun veya boğaz hastalıkları, öksürük, kuru veya kaşıntılı bir cilt, baş dönmesi, mide bulantısı ve kokuya karşı aşırı duyarlılık olabilir. Bu hastalık belirtilerinin kaynağı tanımlanamamıştır.
3. Şikayetçilerin çoğu binayı terk edişlerinden hemen sonra rahatladıklarını belirtmişlerdir.
4. Binada hastalığın oluşmasına ait kesin bir neden saptanamamaktadır.

1.4. İÇ HAVA KALİTESİNİ BOZAN HASTA BİNA SENDROMUNUN NEDENLERİ

İç hava kalitesini bozan ve kirlilik oluşturan zararlı maddeleri ancak çeşitli gruplar altında toplayarak tanımlamak mümkündür. İç hava kalitesinin bozan kirletici grupları şöyle sıralanabilir.

1. Solunan havadaki karbondioksit oranı (İnsanların ve canlıların solunumları ve yanma kaynaklıdır.)
2. Koku (İnsan kaynaklıdır.)
3. Mikroorganizmalar (çevre ve insan kaynaklıdır.)
4. Nem (Çevre ve pişirme gibi insan kaynaklıdır.)
5. Radon Gazı (Toprak kaynaklıdır.)
6. Organik buharlar (Kullanılan eşya ve bina elemanları kaynaklıdır.
7. Toz (Çevre ve kullanılan eşya kaynaklıdır.)
8. Alerjin maddeler ve canlılar (Çevre kaynaklıdır.)
9. Sigara dumanı (İnsan kaynaklıdır.)
10. Diğer kaynaklar (Yukarıda sayılanların dışında hava kalitesine etki eden daha pek çok faktör vardır. Bunlar içinde elektronik kirlenmeden, radyasyona kadar pek çok faktör sayılabilir.)

1.5. İÇ KAYNAKLI KİMYASAL KİRLETİCİLER

Bir bina içerisindeki kirli havanın kaynağı çoğu zaman o binanın içerisindedir. Örneğin bina içerisinde kullanılan yapıştırıcılar, kaplama ve döşemeler, bazı ahşap ürünler, kopyalama makineleri, böcek zehirleri, temizlik malzemelerinden yayılan formaldehit de içeren uçucu organik bileşenlerin, diğer toksit bileşenlerin ve de solunabilir parçacıkların oluşumunda büyük bir katkısı olan etmendir.

Araştırmalar kansorejen olarak da bilinen bazı uçucu organik bileşenlerin yüksek konsantrasyonda solunmasının kronik ve akut sağlık sorunlarına neden olduğunu göstermektedir. Düşük dereceden orta derecelere kadar birçok uçucu organik madde de akut reaksiyonlarına neden olabilir.

1.6. DIŞ KAYNAKLI KİRLETİCİLER

Bir binanın taze hava olarak aldığı hava, çevredeki diğer binalardan atılan hava olabilir. Binalarda emiş menfezlerinin, pencere ve açıklıkların yanlış yerleştirilmesi, motorlu araçların ve binaların (banyo ve mutfaklardan kaynaklanan) egzoz gazlarının, tesisatlardan kaçan gazların binaya kolayca girmesine neden olur. Bunun yanında çeşitli yanma ürünleri de binaya yakındaki garajlardan girebilir.

1.7. BİYOLOJİK KİRLETİCİLER

Bakteri, küf, polen ve virüsler en genel biyolojik kirleticilerdendir. Bu kirleticiler kanallar, nemlendiriciler ve drenaj tavasında biriken durgun sularda veya çatı, döşeme veya izolasyonda toplanan sularda çoğalıp büyüyebilirler. Kimi zamanda böcek ve kuş pislikleri biyolojik kirlenmeye neden olabilir.

Öksürük göğüs sıkışması, yüksek ateş, titreme, kas ağrısı, ve mide tahrişatı ve üst solunum yolu tıkanıklığı, alerjik tepkiler biyolojik kirleticilerin yol açtığı rahatsızlıklardandır. Legionella bakterisi de bilindiği üzere Lejyoner hastalığına ve ateşe neden olmaktadır.

Radon Gazı : Radon renksiz, gözle görülmez, tatsız, kokusuz ve radyoaktif bir gazdır. 1899 yılında Ernest Rutherford ve 1900 yılında Friedrich Ernest Dorn tarafından keşfedilen radon gazı alfa parçacığı yaymakta olup müsaade edilen miktarların üzerinde solunduğunda akciğer kanseri riskini arttırmaktadır. Radon yine radyoaktif bir madde olan uranyumun bozunması sonucu oluşur ve radon kendisi alfa parçacığı yayarak plutonyuma dönüşür. Radonun toplum ile ilgisi günlük yaşamda karşılaşılan ve özellikle ev yapım malzemesi olarak kullanılan taş, toprak, çimentoda doğal olarak bulunması ve sürekli olarak ortama serbest olarak yayılması ve nefes yoluyla akciğerlerimize ulaşmasıdır.

Sonuçta radon akciğer kanseri riski oluşturmakta veya mevcut riski arttırmaktadır. USA Çevre Koruma Ajansı (EPA-Environmental Protection Agency) yılda 20.000 akciğer kanseri vakasının radon gazına bağlı olduğunu söylemektedir. Özellikle soğuk havalarda evlerin ısıtılması sonucu evdeki basınç az ve dışarıdaki basınç fazla olur ve bu nedenle içerdeki radon oranı yükselir. Aynı durum rüzgarlı havalar için de geçerli olduğu için radon oranı içerde artar.

Radon miktarı ölçüm cihazları ile saptanabilir. Her ülke veya uluslararası örgütler örneğin Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu evlerde müsaade edilebilir seviyede olması gereken miktarı belirlemiştir.

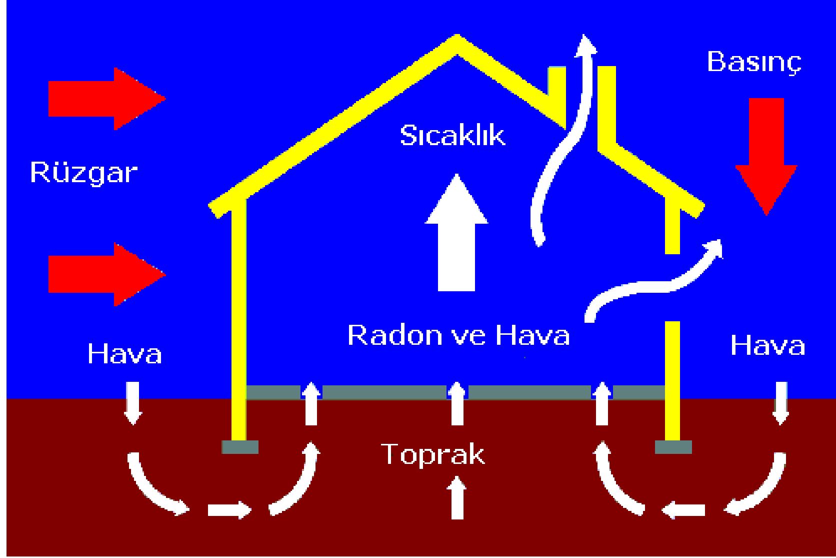
Radonu Etkileyen Faktörler Nelerdir:

- Maruziyet süresi ve maruz kalınan radon seviyesi arttıkça risk artar.

- Sigara içenlerde radona bağlı akciğer kanseri riski sigara içmeyenlere göre daha fazladır.
- Çocuklar ve yaşlılar yetişkinlere oranla radona karşı daha hassastır.
- Jeolojik olarak uranyum bulunan arazilerde yapılan evlerde radona maruz kalmak, uranyum miktarı az olan bölgelere göre daha fazladır.
- Evlerin birinci ve zemin katlarında radon miktarı fazladır.

Radonun Etkisi Nasıl Önlenir:

- Ev inşa edilecek alanların radon haritası çıkarılmalı ve inşaat alanları radon seviyelerine göre belirlenmelidir.
- Radonun sızmayacağı kalitede inşaat yapılması ve inşaat malzemesi kullanılması.
- Radona dirençli evler aynı zamanda neme ve ısı kaçaklarına karşı da dirençlidir. Bu nedenle koruyucu tedbirler ucuz ve kolaydır.
- Evlerin havalandırılması radonun evde birikmesini önleyeceği için gereklidir



Şekil 1.1. Radonun dönüşüm grafiği

1.8. İÇ HAVA KALİTESİNİN GELİŞTİRİLMESİ İÇİN YÖNTEMLER

İç hava kalitesinin geliştirilmesi için yöntemler belirlidir.

1. Öncelikle kirlilik kaynaklarının kontrolü ve azaltılması gerekir. Örneğin sigara içiminin yasaklanması, zararlı gazlar çıkaran halı v.s. malzemelerin iç hacimlerde kullanılmaması bu önlemler arasında sayılabilir.
2. Zararlı maddelerin kaynağında yakalanması, ortama karışmadan dışarı atılması prensibi, endüstriyel havalandırma ve mutfak havalandırması gibi alanlarda yaygın olarak kullanılan prensiplerdir. Bu gibi alanlarda kirletici kaynakları belirlidir.
3. İç ortamdaki havanın filtre edilmesi ve temizlenmesi. Bu yöntem kirletici maddelerin çok fazla cinste ve sayıda olması nedeniyle başarıyla kullanılamamaktadır. Ancak gelişen bir sektördür. Özellikle dış havanında temiz olarak nitelenmesinin mümkün olmadığı pek çok bölgede tek etkin yöntem temizleme olmaktadır.
4. İç hava kalitesinin sağlanmasında günümüzde hala en yaygın olarak kullanılan ve en etkin yöntem havalandırmadır. Yeterli miktarda taze havanın iç mekanlara verilmesiyle içerideki hava kalitesi tatmin edici bir düzeye getirilebilir.

1.9. KİRLETRİCİ MADDE KAYNAĞININ ORTADAN KALDIRILMASI VEYA DEĞİŞİMİ

Bu yöntem kirlilik kaynağının bilindiği ve kontrolünün mümkün olduğu durumlarda iç hava kalitesiyle ilgili sorunların çözümlenmesinde oldukça etkilidir. Filtrelerin periyodik olarak temizlenmesi veya değiştirilmesi gerekir. Binanın çelik tavan kaplamasının değiştirilmesi, sigara odalarının izolasyonu, kirletici madde kaynağının dışarıdan hava alacak şekilde yerleştirilmesi, boyaların, yapıştırıcı, solvent ve böcek zehirlerinin iyi havalandırılan alanlarda depolanması ve bu zararlı maddelerin bina sakinlerinin binada olmadığı zamanlarda kullanılması konu ile ilgili sayılabilecek diğer önlemlerdir. Binaların bakımı yapıldıktan sonra belli bir süre zehirli maddelerin etkisinin geçmesi için binaya girilmemelidir.

1.10. HAVALANDIRMA ORANINI ARTIRMAK

Bir Binada kirlilik oranını düşürmek için havalandırma oranlarını ve hava dağıtımını artırmak, genellikle maliyeti çok yüksek bir işlemdir. Ancak iç hava kalitesinin sağlanması açısından havalandırma kilit parametredir.

Binaların havalandırma sistemleri tasarımı, yerel bina standartlarını karşılayabilecek şekilde yapılmalıdır. Gerektiğinde inisiyatif kullanılarak standartların üzerinde havalandırma yapılması öngörülebilir. Binada yüksek kirletici madde kaynağı çok kuvvetli olduğu hallerde yerel egzoz sistemi kirli havanın atılması için çok önemlidir. Kirli havanın belli bölgelerde yoğun olarak toplanmış olduğu dinlenme, fotokopi ve baskı odası gibi odalarda yerel egzoz sistemi kısmen de olsa kullanılabilir.

1.11. HAVA TEMİZLEME

Hava temizleme kaynak kontrolünde ek bir metot olarak kullanılabilse de uygulama alanı oldukça limitlidir. Fırın filtreleri gibi parça kontrolünde kullanılan cihazlar ucuz fakat küçük parçacıkların tutulmasında yetersizdir. Çok küçük parçacıkların tutulmasında kullanılabilecek yüksek kapasiteli hava filtreleri ise montaj ve işletim açısından oldukça pahalıdır. Gaz fazdaki kirliliklerin tutulmasında ise mekanik filtreler yetersizdir. Bu tür gaz fazdaki kirlilikler adsorbent tutucular kullanılarak atılabilir. Ancak bu cihazlar pahalıdır ve çok sık filtre değiştirilmesi gerekir.

1.12. HAVALANDIRMA MİKTARLARI.

Bin dokuz yüzlü yılların başından ortalarına kadar binalardaki havalandırma miktarı standardı her bina sakini için 7 L/s iken 1973 deki petrol ambargosunun sonucu enerji tasarrufu kaygısıyla havalandırma miktarının kişi başına 2,37 L/s kadar düştüğü görülmektedir. Çoğu durumda 2,36 L/s ye düşen bu dış hava miktarının, hem konfor hem de sağlık şartlarını karşılamakta yetersiz kaldığı görülmüştür. Yetersiz havalandırma, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin verimsiz çalışmasının da bir sonucu olarak karşımıza çıkabilir.

Eğer bir binanın HVAC sistemi havayı insanlara efektif bir şekilde dağıtamıyorsa bu hasta bina sendromun da önemli bir etken olarak karşımıza çıkabilir. Minimum enerji tüketimiyle kabul edilebilir bir iç hava kalitesine ulaşmak için ASHREA kişi başına düşen dış hava miktarını bir standarda bağlamıştır.

ASHREA Standart 62'ye göre, eğer dış hava kalitesi yeterli ise Tablo 1.1'de gösterilen miktarlarda dış hava söz konusu hacimlerde temin ediliyorsa, iç hava kalitesi elde edilir.

Tablo1.1-A, B ve C de dış hava miktarları kişi başına L/s veya alan başına L/s m^2 olarak verilmiştir. Ancak söz konusu olan havalandırma değerleri hala tartışılmakta olan değerlerdir. Yeterli havalandırmayı kaynaktan bağımsız olarak, her koşul için geçerli genel değerlerle temin etmek mümkün değildir. Belki de havalandırma miktarları, aynı ısı kaybı ve kazancı hesaplarında yapıldığı gibi, her bina için kaynak tanımına bağlı olarak hesaplanmalıdır. Böyle bir hesap yöntemi, kaynak tanımı yapılmadığı ve zararlı düzeyleri belirlenemediği için günümüzde verilmemektedir.

Havalandırma Sistemlerinde Minimum Dış Hava İhtiyacı

Uygulama	İnsan sayısı (Kişi/100 m^2)	L/s kişi	L/s m^2	Açıklamalar
Kuru temizleme, çamaşırhane Ticari çamaşırhane Ticari kuru temizleyici Depo Jetonlu çamaşırhane Jetonlu kuru temizleme	 10 30 30 20 20	 13 15 18 8 8		Kuru temizleme işlemleri daha fazla hava gerektirebilir.
Yiyecek ve içecek hizmeti Lokanta Kafeterya, fast food Bar, kokteyl salonu	 70 100 100	 10 10 15		İlave duman uzaklaştırıcı cihaz gerektirebilir.
Mutfaklar (Pişirme)	20	8		Davlumbaz egzozu, besleme havası için daha fazla havalandırma havası gerektirebilir. Dış havanın ve komşu alanlardan alınan kabul edilebilir kalitedeki havanın toplam 7,5 L/sm^2 değerinden az olmayacak bir egzoz miktarına yeterli olmalıdır.
Garajlar, tamirhaneler Servis istasyonları Kapalı garajlar Otomobil tamirhaneleri			 7.5 7.5	İnsanlar arasındaki dağıtım çalışma yerleri ve çalışan makinaların yoğunluğu dikkate alınmalıdır. Motorların çalıştığı standlar, motor egzozunu dışarı zorlamış olarak atan sistemleri içermelidir. Kirletici sensörleri havalandırmanın kontrolü amacı ile kullanılabilir.
Alışveriş merkezleri satış katları ve show room				

katları	30		1.50	
Bodrum ve zemin	20		1.00	
Üst katlar	15		0.75	
Depo odaları			1.00	
Soyunma odaları	20		1.00	
Yürüme alanları	10		0.75	
Yükleme ve kabul alanları	5		0.25	
Depolar	70	30		Normal olarak transfer havası ile beslenir ve yerel egzoz
Sigara oadaları				yapılır.
Özel Dükkanlar				
Berber	25	8		
Güzellik salonarı	25	13		
Zayıflama salonu	20	8		
Çiçekçi	8	8		Bitki büyümesini en iyi sağlayan hava miktarı, ihtiyacı
Mobilya giyim			1.50	belirler.
Hırdavat, ilaç	8	8		
Süpermarket	8	8		
Hayvanat			5.00	
Ofisler				Bazı ofis cihazları yerel egzoz gerektirebilir
Ofis alanları	7	10		İlave duman uzaklaştırıcı cihaz gerekebilir
Kabul alanları	60	8		
Haberleşme merkezleri	60	10		
Konferans salonları	50	10		

Tablo 1.1-A Ticari tesisler için havalandırma sistemleri (Ofisler, dükkanlar, depolar, oteller, spor tesisleri) tavsiye edilen minimum dış hava miktarları

Minimum Dış Hava İhtiyacı				
Uygulama	İnsan sayısı (Kişi/100 m²)	L/s kişi	L/s m²	Açıklamalar
Spor ve Eğlence				
Seyir Salonları	150	8		
Oyun salonları	70	13		Oyun alanlarının bakımı için içten yanmalı motorlu araçlar
Buz pisti (oyun alanları)			2.50	kullanılıyorsa havalandırma miktarı artırılmalıdır.
Yüzme havuzları			2.50	Nem kontrolü için daha yüksek değerler gerekebilir.
Oyun katları	30	10		
Disko ve balo salonları	100	13		
Bowling salonları (oturma bölgesi)	70	13		
Oteller, dinlenme yerleri, yurtlar			L/s oda 15	Odaların boyutlarından bağımsız olarak
Yatak odaları			15	
Oturma odaları			18	Kesikli kullanım için tesis edilen kapasite
Banyolar	30	8		
Lobiler	50	10		
Konfederasyon salonları	120	8		
Toplantı salonları	20	8		Yiyecek ve içecek, alışveriş, berber ve güzellik salonuna
Yurt uyuma alanları	120	15		da bakılır.
Kumar salonları				İlave duman uzaklaştırıcı cihaz gerekebilir.
Halka açık alanlar				
Koridorlar			0.25	
Genel tuvaletler		25		Hiç geri dönüşsüz mekanik egzoz tavsiye edilir.
Soyunma odaları			2.50	
Sigara odaları	70	30		Normal olarak transfer havası ile beslenir. Geri dönüş tavsiye edilmez.
Asansörler			5.0	Normal olarak transfer havası ile beslenir.
Tiyatrolar				Özel sahne efektlerini karşılamak üzere özel havalandırma
Bilet gişeleri	60	10		gerekecektir.
Lobiler	150	10		
Salon	150	8		
Sahne ve stüdyolar	70	8		
Taşımacılık				Taşıtlardaki havalandırma özel olarak ele alınmalıdır.
Bekleme salonları	100	8		
Platformlar	100	8		
Taşıtlar	150	8		
İşyerleri				- 23 C ile + 10 C arasında tutulan hacimler eğer sürekli insan bulunmuyorsa bu şartların kapsamına girmez. Komşu hacimlerden havalandırmaya müsaade edilir. Soğuk odalara giriş çıkış yapılıyorsa meydana gelen enfiltrasyon yeterli havalandırmayı sağlar.
El işleme	10	8		
Fotoğraf stüdyosu	10	8		
Karanlık oda	10		2.50	
Eczane	20	8		
Banka	5	8		
Fotokopi ve baskı			2.50	Zorlanmış egzoz ve arzu edilmeyen kirleticilerin kontrolü özellikli olmalı.

İç Hava Kalitesi http://pitrehavalandirma.com/blog/

Tablo 1.1-A Ticari tesisler için (Ofisler, dükkanlar, depolar, oteller, spor tesisleri) tavsiye edilen minimum dış hava miktarları (Devamı)

Havalandırma sistemleri minimum dış hava ihtiyacı				
Uygulama	İnsan sayısı (Kişi/100 m^2)	L/s kişi	L/s m^2	Açıklamalar
Okullar				
Sınıf	50	8		
Laboratuar	30	10		Laboratuarda hayvan bulundurulması da dahil bazı işlemler ve fonksiyonlar için kirletici kontrol sistemleri gerekebilir.
Eğitim salonu	30	10		
Müzik odası	50	8		
Kütüphane	20	8		
Soyunma odası			2.50	
Koridor			0.50	
Spor salonu	150	8		
Sigara salonu	70	30		Dönüşü olmayan yerel mekanik egzoz tavsiye edilir.
Hastaneler, bakımevleri				
Hasta odaları	10	13		Özel şartnameler ve standartlar minimum hava miktarını ve filtre seçimini belirleyebilir. Daha fazla kirletici doğuran işlemler daha yüksek havalandırma miktarları gerektirebilir.
Tıbbi işlem	20	8		
Ameliyathane	20	15		
Yoğun bakım üniteleri	20	8		
Otopsi odası			2.50	
Fiziksel tedavi	20	8		Hava başka hacimlere resirküle edilmeyecektir.
Hapishaneler				
Hücreler	20	10		
Yemek salonu	100	8		
Gardiyan istasyonu	40	8		

Tablo 1.1-B Enstitüler

Uygulama	**Dış Hava İhtiyacı**	**Açıklamalar**
Oturma alanları	Kişi başına 7.5 L/s değerinden az olmamak üzere saatte	Saatteki hava değişimini hesaplamak için, şartlandırılan hacimdeki bütün alanların hacmi dahil edilmelidir. Havalandırma normal olarak enfiltrasyonla sağlanır. Çok sızdırmaz olarak yapılan odalardaki şömine ve soba gibi elemanlara yakma havası ilave olarak temin edilmelidir. Yatak odalarındaki insan sayısı ilk oda için 2, ilave yatak odaları için 1 kabul edilmiştir. Eğer daha yüksek kullanım olduğu biliniyorsa hava ona göre artırılmalıdır.
Mutfaklar	50 L/s kesintili veya 12 L/s sürekli veya açılabilir pencereli	Tesis edilen mekanik egzozun kapasitesi, iklim şartları havalandırma sisteminin seçimini etkiler.
Banyolar Tuvaletler	25 L/s kesintili veya 10 L/s sürekli veya açılabilir pencereli	
Garajlar Her apartman dairesi için ayrı Ortak hacimler	50 L/s araba başına 7.7 L/sm^2	Normal olarak enfiltrasyon veya doğal havalandırmayla sağlanır. Kapalı garajlara bakınız.

Tablo 1.1-C Konutlar

Yukarıdaki tablolarda verilen dış hava debileri çoğu durumda, oluşan kirlenmenin mahaldeki insan sayısı ile doğru orantılı olduğu düşünülmüştür. Diğer durumlarda ise kirlenmenin diğer etkenlere bağlı olduğu düşünülmüş ve verilen değerler daha doğru parametrelere dayandırılmıştır. Uygun olan durumlar için tabloda tasarım amaçlarına yönelik olarak, tahmin edilen insan yoğunluğu da verilmiştir.

Mahaldeki insan yoğunluğu tablodaki değerlerden farklı ise tahmin edilen kullanıcı yoğunluğu için, kişi başına havalandırma debisi değerleri kullanılmalıdır. Belirtilen mahaller için verilen havalandırma debileri seçilirken kabul edilebilir dış havanın bu debilerde sağlanması ile insanlardan kaynaklanan biyolojik kirlenmenin taneciklerin, kokuların ve bu mahallerde rastlanan diğer kirleticilerin yeterince seyreltilerek, kabul edilebilir bir iç hava kalitesi sağlanacağı uzlaşması esas alınmıştır.

Mahaldeki insanlar, karbondioksit, su buharı ve içindeki tanecikler, biyolojik ayroseller ve uçucu organik bileşimler bulunan kirleticiler üretirler. Bir mahaldeki CO_2 derişikliğinin dış havadaki derişiklikten fazlalığı, 700 ppm den az olduğu zaman, insanlardan kaynaklanan biyolojik kirleticiler konusunda konfor, (koku) ölçütünün sağlandığı düşünülür.

1.13. HAVA DEBİSİ VE HAVA DEĞİŞİM SAYISI

Bir hacme gönderilecek veya çekilecek hava miktarı kirleticilerin veya kokunun yoğunluğuna bağlıdır. Endüstriyel veya ticari uygulamalarda üretilen ısı ve prosese bağlı olarak ilave artırım faktörleri gereksinebilir. Saatteki hava değişim sayısı, bir odaya beslenecek taze hava miktarının hesaplanmasında önemli bir faktördür. Tablo 1.2'de Avrupa tarafından tavsiye edilen hava değişim sayıları verilmiştir. Bu hesaplarda kişi başına hava ihtiyacı 20-50 m^3 arasında bir değer olarak göz önüne alınmıştır.

Odanın özellikleri	**Saatteki hava değişim sayısı**	**Tavsiye edilen havalandırma yöntemi**	**Odanın özellikleri**	**Saatteki hava değişim sayısı**	**Tavsiye edilen havalandırma yöntemi**
Toplantı salonları	4-8	Egzoz	Mutfaklar, domestik	15-25	Egzoz
Oditoryumlar	6-8	Egzoz ve besleme	Mutfaklar, ticari	15-30	Egzoz, ekipmanı kontrol et
Pasta fırın	20-30	Egzoz	Laboratuarlar	8-15	Egzoz, asit dirençli filtre tipi
Banyolar domestik	5-7	Egzoz	Çamaşırhaneler	10-20	Egzoz
Banyolar genel	7-10	Ön ısıtılmış hava besleme	Kütüphaneler	4-5	Egzoz ve besleme
Güzellik salonları	8-12	Egzoz ve besleme	Asansörler	5-7	Egzoz
Kafeler	10-12	Egzoz	Asansör makine oda	10-30	Egzoz ısıyı hesapla
Kumarhaneler	8-12	Egzoz ve besleme	Makine daireleri	10-40	Egzoz ısıyı hesapla
Sinemalar	5-8	Egzoz ve besleme	Ofisler	4-8	Egzoz ve besleme
Vestiyer	4-5	Egzoz	Lokantalar	8-12	Egzoz ve besleme
Konferans salonları	5-8	Egzoz ve besleme	Tuvaletler, domestik	4-5	Egzoz
Soyunma odaları	6-8	Egzoz	Tuvaletler, genel	8-15	Egzoz
Boyahaneler	5-15	Alev geçirmez, asite dayanıklı	Dershaneler	5-7	Egzoz
Motor odaları	15-30	Egzoz, ısıyı hesapla	Dükkanlar	4-8	Egzoz
Dökümhaneler	5-15	Egzoz, ısıyı hesapla	Duşlar	15-25	Egzoz
Garajlar	5-7	Egzoz	Süpermarketler	10-15	Egzoz ve besleme, zonlamayı kontrol et
Jimnastik salonları	4-6	Egzoz			
Kuaförler	10-15	Egzoz	Yüzme havuzları	10-15	Egzoz ve ısıtılmış besleme, nemi kontrol et.
Hastane, hasta odaları	6-8	Egzoz	Tiyatrolar	5-8	Egzoz ve besleme
Hastane, ameliyathaneler	10-15	Egzoz, besleme filtre tipini kontrol et	Kaynak atölyeleri	20-30	Zonlanmış egzoz ekipmanı kontrol et

Tablo 1.2. Tavsiye edilen saatteki hava değişim sayıları.

1.14. KABUL EDİLEBİLİR DIŞ HAVA

Dış havanın kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmesi için üç aşamalı bir işlemin açıklanmasında yarar vardır.

1. Aşama: Dış havadaki kirletici derişiklerinin Tablo 1.3.'deki sınırları aşmadığı, aşağıdaki şartlardan en az biri verilerek sağlanmalıdır.

a) Havalandırma sisteminin kurulu bulunduğu bölgedeki hava kalitesi için " U.S. Environmental Protection Egency" gibi kirlenme denetleyicisi kuruluşlar tarafından elde edilen ölçme verileri Tablo1.3.'deki koşulları sağlamalıdır. Yerel havanın bu standarda uygunluğu, yerel otoritelerin ve/veya "National Aerometric Data Bank, Office of Air Planning and standarts" ın kayıtlarına başvurularak belirlenebilir.

b) Havalandırma sistemi, kabul edilebilir hava kalitesine sahip olduğu yetkili otoritelerce belirlenmiş olan bir yöreye benzer, nüfus, coğrafya meteoroloji özelliklerine ve endüstriyel yapıya sahip bir yörede kurulu olmalıdır.

c) Havalandırma sistemi, nüfusu 20000 den az olan ve havanın bir veya daha çok sayıdaki kayda değer kirlenmeye neden olabilecek kaynaklar tarafından etkilenmediği bir yörede kurulu olmalıdır.

d) "National Aerometric Data Bank" ın kayıtlarına katılmak üzere ardışık üç ayda yapılan hava ölçümleri verileri, hava kalitesinin Tablo 1.3'deki verileri sağladığını veya daha iyi olduğunu göstermelidir.

2. Aşama : Tablo 1.1-A'da yer almayan endüstriyel mahallerin havalandırılması için istenen dış hava şartları "American Conference – A Manuel of Recommended Practice" adlı yayından belirlenebilir.

3. Aşama : 1. ve 2. aşamalar tamamlandıktan sonra havanın kabul edilebilir olmadığı yolunda bir izlenim halen söz konusu ise "NIOSH" yöntemlerine uygun örnekleme ve ölçme yapılmalıdır. Yerel ve Ulusal hava verileri bankaları yönetmelik dışı bazı kirleticiler için bilgiler içerebilir. Son olarak da kabul edilebilir iç hava kalitesi için başlangıçta yapılan tanımlama kullanılarak dış hava kalitesinin kabul edilebilirliği değerlendirilmelidir.

	Uzun Dönem Derişiklik Ortalaması			Kısa Dönem Derişiklik Ortalaması		
KİRLETİCİ	µg/m³	Ppm	dönem	µg/m³	ppm	dönem
Kükürt dioksit	80	0,03	1 yıl	365[a]	0,14[a]	24 saat
Tanecikler (PM10)	50[b]	-	1 yıl	150[a]	-	13 saat
Karbonmonoksit	-	-	-	40000[a]	35[a]	1 saat
Karbonmonoksit	-	-	-	10000[a]	9[a]	8 saat
Oksidanlar (ozon)	-	-	-	235[c]	0,12[c]	1 saat
Azot Dioksit	100	0,055	1 yıl	-	-	-
Kurşun	1.5	-	3 ay[d]	-	-	-

[a] Her yıl bir kereden fazla geçilmeyecektir.

[b] Aritmetik ortalama

[c] Her bir takvim yılı başına maksimum saatlik ortalama derişiklerin, (0,12 ppm (235 µg/m³) değerine eşit veya bundan daha küçük olması beklenen günler sayısı 1 veya daha az olduğu zaman standart gerçeklenir.

[d] Üç aylık dönem takvim yılının dörtte biridir.

Tablo 1.3. ABD Çevre Koruma Kurumu tarafından dış hava için belirlenmiş olan çevre havası birincil ulusal kalite standartları.

1.15. İÇ HAVA KALİTESİNİN SAĞLANMASI İÇİN PROJELENDİRME, UYGULAMA CİHAZ SEÇİMİ VE İŞLETMEDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR.

1. Proje firması, uygulama firması ve binanın işletme/bakım grubunun kendi aralarında ve mal sahibiyle, hijyen standartlarını VDI 6022 de belirtilen hususlara uygunluğu konusunda mutabakat sağlanmalıdır.

2. Projenin gerek uygulaması sırasında, gerekse işletme süresince sistemin temiz tutulmasına yönelik yazılı bir hijyen yönetmeliği hazırlanmalıdır.

3. By-Pass ihtimalinin önlenmesi için binadaki taze hava alış ve egzoz havası atış noktaları projelerde belirgin bir şekilde belirtilmeli, uygulama firması bu noktaların uygunluğunu çevre şartlarını da (ağır trafik, ses seviyeleri, çevre bina bacaları ve egzoz atışları gibi) göz önüne alarak kontrol etmelidir. Bir değişiklik söz konusu ise proje firması ile protokol düzenlemelidir.

4. %100 iç hava ile çalışan sistemlerde mahal havası içindeki zararlı madde (mikroorganizmalar, koku, toz v.s.) konsantrasyonunun zamana bağlı olarak izin verilen sınırların üzerine çıkmamasına yönelik tedbirler saptanmalıdır. (Mahal havası zararlı madde konsantrasyonu tablosu)

5. Proje teknik şartnamesi, havalandırma ve klima cihazlarının VDI 6022'ye uygunluğu şartını içermelidir.

6. Teknik hacimlerde cihazların ve tesisatın bakım ve temizliğinin yapılabilmesi için gereken şartlar sağlanmalıdır.

7. Havalandırma santrallerinde minimum F7 klasında filtre öngörülmelidir.

8. Hava filtrelerinden 3 gün süreyle ortalama %80 veya daha fazla relatif nem oranında havanın geçmesi halinde filtrelerin neme karşı korunmasını önleyecek tedbirler alınmalıdır.

9. Soğutma bataryalarının kondens tavaları ve/veya sulu nemlendiricilerin su rezerv depoları korozyona dayanaklı malzemelerden yapılmalıdır.

10. Proje ve teknik şartnamelerde sulu nemlendiricilerin su rezerv depolarındaki ve boru tesisatındaki suyun gerektiği hallerde boşaltılmasını sağlayan düzenekler elden geçirilebilmelidir.

11. Nemlendirici hücrelerinde kimyasal dezenfeksiyon yapılması halinde insan sağlığına zararlı olmayacak konsantrasyonlar belirlenmeli ve kontrol edilmelidir.

12. Klima santrallerinde damla tutuculardan geçen havanın geçiş hızı max 3,5 m/sn olmalıdır.

13. Radyal fanların gövdesinde (salyangoz kısmında) fan içinde oluşabilecek suyun drenajını sağlayan bir boşaltma tapası veya bir kontrol kapağı (d > 400 mm olan fanlarda) bulunmalıdır.

14. Isı geri kazanımı bulunan hava santrallerinde sızdırmazlık faktörü B (VDI 2071) belirlenen maksimum değerin altında olmalıdır.

15. Tarif edilen temizlik yöntemlerine uygun olarak kanal sistemlerinde yeterli sayı ve büyüklükte kontrol/müdahale kapağı konmalıdır.

16. Yangın damperi ve volum damperleri için kontrol/müdahale kapakları konmalıdır.

17. Tüm havalandırma cihazları fabrika çıkışından işletmeye alma aşamasına kadar geçen süreçte koruma ambalajlarına haiz olmalıdır.

18. Klima ve havalandırma santrallerinin hücre yapıları ısı köprülerine izin vermemelidir. Modüler hücrelerdeki sızdırmazlık contaları kapalı hücreli özellikte olmalıdır.

19. Her filtre kademesine gereken hassasiyette fark basınç manometresi monte edilerek filtre kirlilikleri gözlenmelidir.

20. Damla tutucular temizlenebilmesi için sökülebilir olmalıdır.

21. Soğutucu bataryaların kondens tavaları çıkışına uygun yükseklikte sifon monte edilmeli ve drenaj borusu yeterli çapta ve eğimde çekilmelidir.

22. Filtrelerin kirlilik seviyesi proje ve şartnamelerde belirtilmelidir. Ayrıca stoktaki filtrelerin (yedek filtreler) maksimum depolanma süresi bilinmeli ve bunlar kuru ve tozdan arındırılmış mahallerde olmalıdır.

23. Buharlı nemlendiricilerde oluşan kondensin nemlendiriciden sonraki hücrelere ve hava kanallarına girmesi önlenmelidir. (Nemlendirici hücre uzunluğunun kontrolü)

24. Soğutma ve ısıtma bataryalarının hava tarafı basınç kayıplarının periyodik ölçümü için test noktaları tesis edilmelidir.

25. Soğutucu ve ısıtıcı bataryalar kolayca çıkarılabilmelidir.

26. Havalandırma ve klima santrali kombinasyonunda soğutucu bataryadan sonra susturucu ve/veya filtre hücresi bulunmalıdır.

27. Kayış-kasnak tertibatlı üfleme fanlarından sonra bir filtreleme yapmak tavsiye edilmelidir.

28. Tüm havalandırma cihazları şantiyelerde uygun koşullarda depolanmalı ve montajları süresince temiz tutulmalıdır. Özellikle hava ile temas eden yüzeylerin kuru olmasına dikkat edilmelidir.

29. Hava kanalı montajlarında gün sonunda açık olan ağızlar kapatılmalı ve kanal içlerinin kirlenmesi önlenmelidir.

30. İşletmeye alma ve kabul çalışmaları VDI 6022'ye göre yapılmalıdır.

31. İşletme grubu ve/veya firmasının elemanları VDI 6022 Blatt 1/2' de işlenen kalifikasyona haiz olmalıdır.

32. Sistemde işletme sırasında yapılması gereken hijyenik kontroller, temizlik çalışmaları, dezenfeksiyon işlemleri yazılı olarak hazırlanmalı ve binanın işletmesinden sorumlu en yetkili kişi tarafından kontrol edilmelidir.

Not: Avrupa'da özellikle yoğun insan bulunan tesislerde (oteller, iş merkezleri, alışveriş merkezleri v.s.) bina hijyen sorumlusu istihdam edilmektedir.

33. Filtre değişimlerinin kaydı tutulmalıdır.

34. Tüm sistem elemanları için periyodik bakım prosedürü uygulanmalıdır.

35. Tüm drenaj tavalarından suyun gittiği kontrol edilmelidir.

36. Sulu nemlendiricilerin su rezerv tankları sistem 48 saatten uzun bir süre içinde çalıştırılmıyorsa otomatik boşaltma/doldurma sistemine haiz olmalıdır. (Aynı önlemler soğutma kuleleri için de tavsiye edilmektedir.)

37. Nemlendiricilerde kullanılan suyun analizleri 14 günde bir yapılmalıdır.

38. Kimyasal temizlemede kullanılan maddelerin insanlara zarar vermemesi sağlanmalıdır.

39. Klima ve havalandırma santrallerinin hücre yapısı hijyenik olmalıdır.

- Hücrelerin iç yüzeyleri düzgün, toz tutmayacak şekilde olmalıdır.
- Cihazlar sızdırmaz olmalıdır.
- Isı köprüsü bulunmamalıdır.
- Kolay temizlenmesi yönünden plug fanlar tercih edilmelidir.
- Kanal bağlantısı için flexible bağlantı parçaları hijyenik malzemeden olmalıdır. (Branda bezi asla kullanılmamalıdır.)

40. Hava yıkayıcı ve sulu nemlendiricilerde hijyen otomasyonu yapılmalıdır. (Akşamları su rezerv tankları otomatik olarak boşaltılmalı, kuru çalıştırma yapılmalı; sabahları otomatik su doldurma sağlanmalıdır. Bu şekilde literatürde Pazartesi ateşi denilen sendromun önlendiği tespit edilmiştir.)

1.16. LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI KLİMA TESİSATINDA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Lejyoner hastalığı son yıllarda daha çok görülür veya bilinir hale gelmiştir. Bu konudaki kayıtlar çok sağlıklı değildir. Bu hastalığın tanısıyla kayda geçenin çok üzerinde var olduğu bilinmektedir. Hastalık tanındıkça kayıtları daha sağlıklı bir hale gelmektedir. Örneğin, İngiltere'de yılda 1000 üzerinde hasta, hastane kayıtlarında yer almaktadır. Bu hastalık, lejyonella bakterisi (Legionella pneumophillal) tarafından oluşturulan ve ölüme yol açabilen ciddi bir zatürre hastalığı biçimidir. Lejyonella nemli ve sulu ortamda yaşar ve çoğalır. En yaygın buluşma yolu binalardaki sıhhi tesisat ve klima tesisatıdır. Özellikle oteller, hastaneler iş merkezleri ve fabrikalar gibi büyük sistemlerde karşılaşılır

1. Solunabilen aerosolde (pülverize haldeki su ile hava karışımında) su tanecik büyüklükleri 1 ile 5 mikron çap aralığındadır. Tanecik çapı küçüldükçe tehlike riski artar çünkü 5 mikron ve altındaki su zerrecikleri akciğerin en derin noktalarına kadar geçebilir ve bunlar tekrar kolayca dışarı atılamaz öte yandan küçük tanecikler hava akımları ile çok uzak mesafelere (soğutma kulelerinden 3 km. mesafelere kadar) taşınabilir.
2. Lejyoner hastalığının oluşabilmesi için lejyonella bakterisi ile kirlenmiş suyun aeresol halinde solunması gerekir. Böylece mikrop akciğere ulaşarak hastalığı oluşturabilir.
3. Hastalık riski solunan mikrop sayısı ile orantılıdır. Solunan aerosol ne kadar yoğun bir biçimde lejyonella ile kirlenmişse ve bu aerosol ne kadar yoğun ise, aynı oranda hastalığa yakalanma riski vardır.
4. Bir diğer önemli risk faktörü de temas süresidir. Duş yaparken temas süresi dakikalar mertebesindedir. Halbuki bir terapi havuzunda veya jakuzide bu süre daha uzundur. Örneğin bir soğutma kulesinden kaynaklanarak kirlenmiş bir binada ise her gün 8 – 10 saat temas süresi söz konusudur. Hastanelerde veya evlerde karşılaşılan bazı özel durumlarda ise sürekli temas mümkündür.

1.16.1. TESİSATTA LEJYONELLA POTANSİYELİ OLAN YERLER

Lejyonellanın büyümesi için :

a- Sıcaklık

20 ºC nin altındaki sıcaklılarda üreme miktarı önemsizdir. En uygun sıcaklık aralığı 25-45 ºC arasıdır. En uygun sıcaklık ise; 37 ºC olarak saptanmıştır. 37ºC sıcaklıkta ve uygun ortamda ~ 2 saat içinde iki katına çıkar. 48 saat içinde de sayısal olarak patlama yaparak tehdit edici boyuta ulaşır.

46 ºC sıcaklıkta; üremesi durur

50 ºC sıcaklıkta; birkaç saat yaşayabilir.

60 ºC sıcaklıkta; ömrü dakikalar mertebesindedir

70 ºC sıcaklıkta; yaşam şansı sıfıra yakındır

b- Suyun ph değeri: 6.9 en uygun değerdir.

c- Ortamdaki demir oksit büyüme ve çoğalmayı hızlandırır.

d- Hijyen : kirler ve birikintiler kuluçka için uygun ortam oluşturur.

Binalardaki klima tesisatında karşılaşılabilecek tipik tasarım sıcaklıkları göz önüne alındığında, lejyonella için en uygun büyüme oranı :

1. Soğutma kuleleri
2. Buharlaşmalı kondenser
3. Nemlendiriciler (özellikle sulu tip) olarak sayılabilir

Soğutma kuleleri ve buharlaşmalı kondenserlerden kaynaklanan aerosollerin uzun mesafelere taşınabildiği ve hastalığa neden oldukları bilinmektedir. Sulu tip nemlendiriciler ciddi risk kaynağı oluşturabilir

1.16.2. SOĞUTMA KULELERİ VE BUHARLAŞMALI KONDENSERLER

Soğutma kulelerinin kapalı devreli ve açık devreli olarak ikiye ayırmak mümkündür .

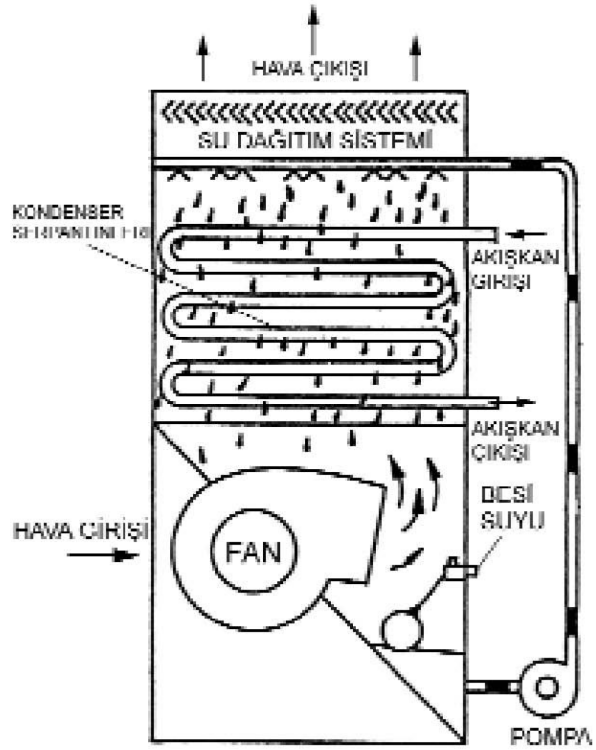
1. Kapalı devre soğutma kuleleri (ve buharlaşmalı kondenserler)

Kapalı devre soğutma kulelerinde, şekil 1.2.'de görüldüğü gibi soğutulmak istenilen proses akışkanı (chiller devresinde dolaşan su) hava ile doğrudan temasta değildir. Su boruların içindedir. Boru dışında boruları ıslatan ve hava ile temasta olan sekonder devre suyu, açık devreli soğutma kulelerine göre çok daha az miktardadır. Sekonder devrede dış boruluma genellikle yoktur su tamamen cihaz içinde sirküle eder.

2. Açık devre soğutma kuleleri

Şekil 1.3.'de görülen açık tiplerde ise, soğutma suyu tavalardan parçalanarak düşer veya fıskiye şeklinde püskürtülür.Doğrudan bu suyun üzerinden geçen hava buharlaşmayla soğurken, bir kısım suyu aerosol şeklinde sürükler. Her ne kadar su tutucu perdelerde sürüklenen suyun bir kısmı tutulsa da genellikle 5 mikron altındaki su zerrecikleri sürüklenerek etrafa yayılır. Damla tutucu olmadan sürüklenen su, resirküle eden suyun % 1'i mertebesindedir. Kaliteli tip soğutma kulelerinde damla tutucularla bu oran % 0,1 mertebelerine indirilir. Bu yüzden damla tutucular kulelerin en önemli elemanlarından biridir.

Soğutma kulelerinde Lejyonella bakterisinin çoğalacağı yer su haznesi (veya havuzu) olmaktadır. Su haznesinde tipik su sıcaklığı 29 °C ile 35 °C üstüne çıkabilir. Ancak çalışma stratejisi, dış sıcaklık ve sistem ısı yüküne bağlı olarak sıcaklıklar 21 °C altına inebilir veya 49 °C üstüne çıkabilir. Özellikle durma sırasında (işyerlerinde hafta sonu ile tatil günleri gibi) ve özellikle yaz aylarında soğutma kulelerinde Lejyonella çoğalması için çok uygun sıcaklık değerlerine ulaşabilir. Bu haznede biriken yabancı maddeler, tortu ve ısı geçiş yüzeylerindeki kirler ve birikintiler kuluçka için uygun bir ortam yaratır. Su soğutma kuleleri kaynaklı çok sayıda lejyoner hastalığı belirlenmiştir.



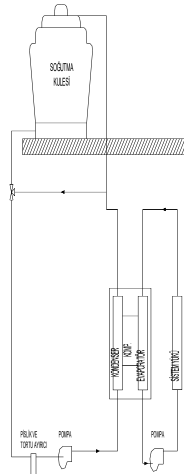
Şekil 1.2. Kapalı devreli soğutma kulesi.

Soğutma kulelerinde lejyonella ile mücadelede anahtar tavsiye, sistemin temiz tutulması ve biyolojik şartlandırma yapılmasıdır. Bu konuda şu şartlandırma uzmanına danışılması ve onun gözetiminde bir program uygulanması çok önemlidir:

1) Soğutma kulelerinin ve buharlaşmalı evaporatörlerin yerleştirilmesinde aşağıdaki konulara dikkat edilmelidir.

a) Klima santrallerinin taze hava alış menfezlerinden ve açılabilen pencerelerden mümkün olduğu kadar uzağa yerleştirilmelidir.

b) Soğutma kulesinin klima santralinin dış hava emiş ağızlarından ve pencerelerden, lokanta, kafeterya vb. insanların yoğun olduğu yerlerde en az 10 m ve daha uzak olması, hakim rüzgar yönünde soğutma kulesinin daha ileri noktaya montajı ve soğutma kulesi drenajının hava kesicili (sifonla) drenaja bağlanması gerekir. Soğutma kulesinden 3 km uzağa kadar lejyonella bakterilerinin taşınabildiği unutulmamalı ve kulenin bakım, temizlik ve dezenfeksiyon işlemleri özenle yapılmalıdır.



Şekil 1.3. Açık devreli soğutma kulesi sistemi.

c) Mutfak egzoz fanları, bacalar gibi organik madde kaynaklarının yanına ve yakınına yerleştirilmemelidir.

d) Hakim rüzgar yönü dikkate alınmalı, dışarıdaki halka açık alanların önüne rüzgar yönünde yerleştirilmemelidir.

e) Soğutma kulesi yerleşimi restoran, otel odaları vb. yaşam mahallerine çok yakın planlanmamalıdır.

2) Soğutma kulelerinde kullanılan malzeme pürüzlü olmayan, kolay temizlenebilir yüzeyli olmalıdır. Metalik olmayan bileşenler, örneğin contalar vs. mikrobiyolojik büyümeye uygun olmamalıdır. Ahşap gibi bazı doğal malzemeler bu açıdan sakıncalıdır ve konstrüksiyonda kullanılması tavsiye edilmez. Cihazın genel tasarımında durağan su bölgelerinden kaçınılmalı, elemanlara kolay ulaşım, temizleme, numune alma ve drenaj imkanı tanınmalıdır. Komponentler kolayca çıkarılabilmelidir.

3) Soğutma kuleleri sistemi temiz tutmalı ve iyi bakım yapılmalıdır. Gözle muayene ederek; kir, organik madde, birikinti veya çökelti olmamasına dikkat edilmelidir.

a) Hazne zaman zaman temizlenmelidir.

b) Mekanik filtrasyon tavsiye edilir.

c) Tortu ayırıcı cihazlar bakteriyle mücadelede önemli katkıya sahiptir.

d) Damla tutucular belirli aralıklarla temizlenmeli ve eskiyenler değiştirilmelidir.

4) Aynı zamanda bir su şartlandırma uzmanı tarafından yürütülecek kimyasal şartlandırma gerekecektir. Su şartlandırma bakteri çoğalmasını önleyecek katkıları içerdiği gibi; kireçlenmeyi, korozyonu ve çökelmeyi önleyici maddeleri de içerir.

5) Soğutma kulelerinin durdurulması ve çalıştırılması hastalık açısından en kritik işlemlerden biridir.

a) Üç günden uzun süreli durdurmalarda sistemin (soğutma kulesi havuzu, borular, ısı değiştirgeçleri vs.) tamamen drene edilmesi en uygun yoldur.

b) Eğer kısa süreli durdurmalarda drenaj pratik değilse; bu durumda sistem yeniden çalıştırılmadan önce ön şartlandırma ile soğutma kulesindeki su dezenfekte edilmelidir.

c) Drene edilmiş sistem yeniden çalıştırılırken önce pislikler temizlenir, sistem su doldurulur ve bakteri öldürücü ile ön şartlandırma yapılır. Fanlar bundan sonra çalıştırılır.

Soğutma kulelerinin ve buharlaşmalı evaporatörlerin konstrüksiyonunda ve işletiminde ise özetle aşağıdaki konulara dikkat edilmelidir:

1) Damla tutucular bütün çalışma koşullarında minimum sürüklenmeye imkan verecek şekilde dizayn edilmelidir.

2) Su dağıtımı, su minimum ölçüde pülverize olacak şekilde yapılmalıdır.

3) Enjektör prensibi ile çalışan soğutma kulelerinin:

a- Su yüksek basınçlı pülverize edildiği için dezavantajı

b- Kule içinde dolgu malzemesi olmadığından temizlik kolaylığı için de avantajı vardır.

4) Tepsiler temizlenebilir olmalıdır.

5) Havuz direkt güneş ışıklarından korunmalıdır. (Az da olsa kule verimini de artırır.)

6) Taze su besleme hızları ve su hacmi kule üzerine işaretlenmelidir.

7) Su toplama çukuru; çamuru ayıracak biçimde tasarlanmalı ve drenaj uygun çaplı boru ile en alttan gerçekleştirilmelidir.

8) Bütün drenajlarda havalıklar ve süzgeçler bulunmalıdır.

9) Su şartlandırma programı bütün yönleri ile düşünülmeli ve su kalitesi sürekli kaydedilmelidir.

10) Yedek pompalar normal çalışmada izole edilmeli ve zaman zaman yıkanmalıdır.

11) Filtre düzenlemesi su şartlandırma ile koordineli bir biçimde gerçekleştirilmelidir.

12) İşletim ve bakım üreticinin öngördüğü biçimde sürdürülmelidir.

1.16.3. NEMLENDİRİCİLER

Yıkamalı nemlendiriciler, atomizörlü nemlendiriciler ve buharlı nemlendiriciler ortam havasının veya klima santralindeki şartlandırılmış havanın nemlendirilmesinde kullanılır. Yıkamalı nemlendiriciler günümüzde hijyen nedeniyle artık terk edilmektedir. Bu amaçla daha çok suyun resirküle edilmediği ve sadece gerekli nem ihtiyacı kadar suyun sis biçimde havaya verildiği nemlendiricilerle, buharlı nemlendiriciler kullanılmaktadır. Atomizörlerde ve yıkamalı nemlendiricilerde su sıcaklığı yaş termometre sıcaklığında olup, genellikle 25 °C altındadır. Sis şeklinde atomizörlü nemlendiricilerde cihaz çıkışında su zerresi bulunmaz. Bütün su buharlaşır. Buharlı nemlendiricilerde zaten su söz konusu değildir. Burada

kullanılan buhar sıcaklığı yüksektir. Buharlı nemlendiricilerde hiç bir hastalık riski yoktur. Atomizörlü nemlendiricilerde resirküle su kullanılmamalıdır. Nemlendirici kullanılan klima tesisatında özellikle hava kanallarının temizliğine dikkat edilmelidir.

1 Hava kanallarında yoğuşma olabilir. Bununla ilişkili önlem alınmalıdır. İyi ısı yalıtımı yapılmalıdır.
2 Hava kanalları temizlenebilecek şekilde planlanmalı ve yapılmalıdır.
3 Hava kanalları belirli periyotlarda temizlenmelidir.
4 Klima santrallarının filtreleri kaliteli yapılmalı ve periyodik bakımı yapılmalıdır.

Bu cihazların yerleştirilmesinde, bacalardan, mutfak egzozlarından ve diğer organik kirletici kaynaklarından uzakta yerleşim yapmaya dikkat edilmelidir.

1.16.4. KLİMA SANTRALLARİ VE FAN-COİLLER

Bu cihazlar lejyoner hastalığı kaynağı olarak görülmemektedir. Ancak bu cihazların bakımlarının iyi yapılması ve iyi işletilmesi esastır. Öncelikle bu cihazlardaki yoğuşma tavalarının eğimleri drenaj yönünde olmalı ve drenaj alt noktadan yapılmalıdır. Tavalarda su birikmemelidir. Hastane gibi hassas binalarda drenaj hatlarında cam gözetleyiciler konulabilir. Klima santrallarında sulu nemlendiriciler yerine, buharlı nemlendiriciler kullanılması tercih edilmelidir. Nemlendirici olarak, su hacmi olmayan direkt havaya sis biçiminde nemlendirme yapan nemlendirici tipleri alternatif olabilse de buharlı nemlendiriciler riski sıfıra indiği için tercih edilmelidir. Cihaz filtrelerinin bakımı gereğine göre yapılmalıdır.

2. FİLTRELER.

Hava filtreleri bir iklimlendirme santralinin temel elemanlarındandır ve pek çok işlevi yerine getirirler. Ancak en önemli işlevleri, insan sağlığı ve konforu açısından solunan havadaki tanecikleri ve kötü kokuları süzmek, ısı değiştiricilerinin kirlenmesini önlemek ve hava emiş panjurlarının, duvar ve tavanların kirlenmelerini en aza indirmektir.

Filtreler, insanları korumak amacıyla tasarlanırlar. Hava ile sürüklenen, enfeksiyonlara yol açan organizmaları veya bir ofis ortamında, sigara dumanı gibi rahatsız edici kokuları tutarlar. Filtreler, gıdaların ve ilaçların kirlenmesini önlerler veya mikroçip üretiminde olduğu gibi hassas prosesleri korurlar.

Atmosferde bulunan taneciklerin malzemesi, faz durumu, boyutları, toplam miktarı, iklimlendirme uygulamaları için filtrelerin seçimini ve bunların zamanla dolmalarını etkiler. Filtre veya filtreler, uygulamanın yerine ve türüne ve filtreden, asıl tutması beklenen kirletici madde türüne göre seçilirler. Bu nedenle, burada öncelikle, kirletici maddeleri ve özeliklerini tanıtmak yararlı olacaktır.

2.1. HAVADA BULUNAN KİRLETİCİ MADDELER.

Hava bileşiminde birçok gaz bulunmaktadır. Deniz seviyesindeki kuru ve temiz havanın gaz bileşenleri yaklaşık olarak % 21 oksijen, % 78 azot, % 1 argon ve % 0.03 karbondioksittir. Bunların dışında ayrıca çok az oranlarda hidrojen, neon, kripton, helyum, ozon ve ksenon gazları ile değişken miktarlarda su

buharı ve sürekli atmosferik kirletici maddeler adı verilen mikroskobik veya daha küçük katı maddeler bulunur. Bu maddeler rüzgarın neden olduğu erozyon, deniz suyunun buharlaşması veya volkanik patlama gibi doğal olaylar sonucu oluşur. Bunların derişiklikleri değişken olmakla beraber, genellikle insanların faaliyetleri nedeniyle ortaya çıkan derişiklik seviyelerinden daha düşüktür.

İnsanların değişik faaliyetleri sonucu ortaya çıkan kirletici maddeler çok ve çeşitlidir. Elektrik üreten termik santraller, çeşitli ulaşım yöntemleri, endüstriyel işlemler, maden ocakları, maden ergitme işlemleri, inşaat ve ziraat ile ilgili çeşitli faaliyetler çok miktarda kirletici madde üretimine neden olur. Kapalı hacimlerdeki havanın kirliliği açısından ise problem oluşturan birçok madde arasında sigara dumanı, radon gazı ve formaldehit sayılabilir.

Havada bulunan kirletici maddeler aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:
* Tanecik veya gaz
* Organik veya inorganik
* Görülebilir veya görülemez
* Mikroskobik altı, mikroskobik veya makroskopik
* Zehirli veya zehirsiz
* Kararlı veya kararsız.

Havadaki kirleticilerin bulundukları faz durumuna ve oluşum yöntemlerine göre sınıflaması ise şu şekilde yapılabilir:
* Tozlar, metal buharı dumanları ve katı maddelerden oluşan dumanlar (duman içinde genellikle sıvı tanecikler bulunur)
* Buğular, sisler ve sıvı maddelerden oluşan dumanlar
* Buharlar ve gazlar.

Tozlar : Rüzgarlar, volkanik patlamalar ve depremler gibi doğal kuvvetler veya kırma, öğütme, yıkma, patlama, delme, kazma, eleme ve süpürme gibi mekanik işlemler ile atmosfere yayılan katı taneciklerdir. Bu işlemlerdeki kuvvetlerin bir kısmı büyük katı kütleleri küçültürken tozları ortaya çıkarır, kuvvetlerin diğer kısmı ise zaten küçük olan tanecikleri etrafa saçarlar.

Genel olarak çapları 100µm değerinden küçük taneciklere toz adı verilir. Tozlar kaya, metal veya kil gibi madensel; hububat, un, ağaç, pamuk veya polen gibi bitkisel; yün, kıl, ipek, tüy veya kösele gibi hayvansal esaslı olabilir.

Metal buharı dumanları : Katı madde buharlarının yoğuşması sonucu meydana gelen katı taneciklerdir.Çok küçük tanecikler hızla reaksiyona girebildiklerinden, ergimiş metallerden çıkan metal buharı dumanları çoğunlukla oksit şeklindedir. Metal buharı dumanları, ayrıca süblimasyon, distilasyon ve kimyasal reaksiyonlar sonucunda da oluşabilir. Bu tür işlemler sonucu havada oluşan taneciklerin çapı 1µm değerinden daha küçüktür. Ancak nemlenmesine müsaade edilen metal buharı dumanları birleşerek daha büyük parçacıklar oluşturabilir.

Dumanlar : Odun, kömür, yağ ve diğer karbon esaslı maddelerin tam yanmaları halinde oluşan küçük katı ve/veya sıvı taneciklerden oluşur. Genel olarak, katı, sıvı ve gaz karışımlarına duman adı verilir. Ancak teknik yayınlarda is veya karbon tanecikleri, kül, cüruf, katranlı tanecikler, yanmamış gazlar ve gaz yanma ürünleri olarak da tanımlanabilir. Duman taneciklerinin çapı değişken olmakla beraber, en küçüğünün çapı 1 µm değerinden çok daha azdır. Çoğunlukla ortalama çapları 0,1 ila 0,3 µm arasındadır.

Ortamdaki sigara dumanı : Yanan tütünden çıkan kızgın buharın havada yoğuşması sonucu oluşan 0,01 ila 1,0 µm çapında (kütlesel ortalama çapı 0,5 µm) sıvı taneciklerinden oluşur. Bunun dışında ayrıca karbon monoksit gibi birçok gaz fazında kirleticilerde tütün dumanında bulunmaktadır.

Biyoayresol : Havada bulunan virüs, bakteri, polen ve mantar sporlarına verilen ortak addır. Virüsler, 0,003 ila 0,06 µm çaplarında olmakla beraber, genellikle koloniler veya diğer taneciklere yapışmış olarak bulunurlar. Bakterilerin çoğu 0,4 ila 5 µm çapındadır ve genellikle büyük taneciklerle beraber bulunurlar. Mantar sporları 10 ila 30 µm, polen tanecikleri 10 ila 100 µm ve en çok bilinen çeşitleri ise 20 ila 40 µm mertebelerdirler.

Normal sıcaklıkta ve basınçta, havada bulunan sıvı damlacıklarına buğu adı verilir. Bunlar atomizasyon, sprey işlemi karıştırma, şiddetli kimyasal reaksiyonlar, gazların sıvılardan çıkmaları veya basıncın düşmesi ile beraber gazın açığa çıkması sırasında oluşurlar. Hapşırma sırasında dışarı atılan veya atomize olan küçük damlacıklarda mikroorganizma içerdiklerinden, havayı kirleten cinsten bir buğudur.

Sis : genellikle buharın yoğuşması ile oluşan, havada buluna küçük sıvı damlacıklarına denir. Sis ve bulut içindeki birçok damlacık mikroskobik veya daha küçük boyutlarında olup, daha büyük boyutlu buğu ve buhara geçişi sağlarlar.

Sıvıların buharlaşma özellikleri dolayısıyla, havada bulunan sıvı damlacıklarının boyutları küçülerek, hava sıvıya doyana kadar sırasıyla buğudan sis boyutuna ve buradan da doğal olarak buhar fazına geçerler. Eğer sıvı damlacıklar içinde erimiş veya asılı halde katı maddeler varsa, bunlar havayı kirleten maddeler olarak kalırlar. Örnek olarak deniz suyundan oluşan sprey çok hızlı bir şekilde buharlaşarak, atmosferde asılı halde kalan, birçok sayıda küçük tuz taneciklerinden oluşur.

2.2. HAVADA BULUNAN KİRLETİCİ MADDELERİN DAVRANIŞLARI.

Bir hava filtresinin etkenliğini en çok ilgilendiren tanecik özellikleri, boyut, biçim, kütle, derişiklik ve elektrik özellikleridir. Bunların en önemlisi ise, tanecik boyutudur. Genel olarak 2,5 µm'den küçük tanecikler ince, daha büyük olanlar ise kaba olarak sınıflandırılabilirler. Bir hava akımının taneciklerden arındırılma mekanizmaları, taneciklerin taşınabilme ve çökelme özellikleri, kimyasal yapıları ve kontrol stratejileri, ince veya kaba olmalarına göre değişir. İnce tanecikler, çoğunlukla yoğuşma işlemleri ile oluşur veya yanma ürünleri olarak yayılırlar. Kendilerinden çökelme yetenekleri zayıftır ve yatay yüzeyler üzerinde olduğu kadar, düşey yüzey üzerinde de birikirler. Kaba tanecikler ise, rüzgar etkisi ile kalkan veya mekanik sürtünme ile oluşan aşınma ürünleridir. Yerçekimi etkisi ile kolayca çökelirler ve bu nedenle, havada asılı kalma süreleri kısadır.

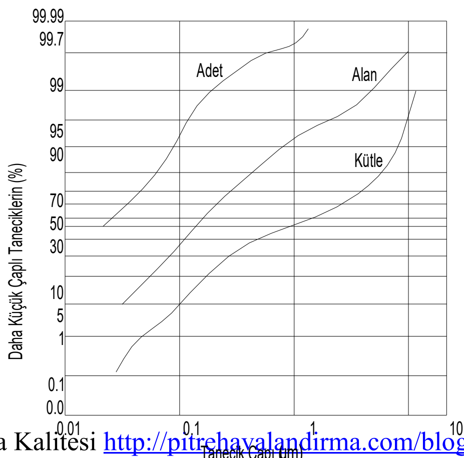
0,1 µm çapından daha küçük tanecikler, bir gaz molekülü gibi hareket ederler ve bunların ölçülebilir bir çökelme hızları yoktur. 0,1 ila 1µm arasındaki taneciklerin hesaplanabilir bir çökelme hızları vardır. Ancak bu hız çok küçüktür ve genellikle ihmal edilir. Zaten normal hava akımları da, bu taneciklerin çökelmelerine engel olur. Tipik bir atmosfer havasında bulunan taneciklerin adet olarak %99 kadarı 1 µm'den daha küçüktür. 1 ila 10 µm arasındaki çaplarda olan tanecikler, durgun havada sabit ve belirli bir hızda çökelirler. Ancak, normal hava akımları bu çaptaki tanecikleri, ihmal edilemeyecek bir süre havada asılı olarak tutar.

Endüstriyel hijyen ile uğraşan araştırmacılar, insan ciğerinde tutulabilme ihtimali fazla olan 2µm çapından daha küçük tanecikler ile ilgilenir. 8 ila 10 µm çapından daha büyük tanecikler üst solunum yolları tarafında ayrılır ve tutulurlar. Ara boyutlar ise, akciğerin hava kanalları üzerine çöker, buradan hızlıca temizlenerek yutulur veya öksürük ile dışarı atılır. Nefes alınan havadaki taneciklerin %50 veya daha azı solunum yollarında çökelir. Küçük yoğunluğa sahip olan taneciklerin ve biçimleri farklı olan lifçiklerin, daha büyük boyutlarda olanlarının, akciğerlerin işlevsel bölgelerine ulaşabilecekleri de dikkate alınmalıdır.

10µm'den büyük tanecikler oldukça hızlı bir şekilde çökerler ve sadece çıktıkları kaynağın yakınında ve kuvvetli rüzgar altında havada asılı kalabilirler. İstisna olarak, büyük çaplı olmalarına karşın, bazı hafif elyaf maddeler ve uçuntular havada daha uzun süre kalabilirler. 10 µm çapından büyük taneciklerin çoğu, uygun aydınlatma ve kontrast olması durumunda çıplak göz ile görülebilirler. Daha küçük tanecikler, ancak yüksek derişiklikte olmaları durumunda çıplak gözle görülebilirler. Buna en çok karşılaşılan iki örnek olarak, sigara dumanı (ortalama tanecik çapı 0,5 µm değerinden küçük) ve bulutlar verilebilir.

Bir egzozun ve yanma gazlarının çıktığı bir bacanın yakınında veya kuvvetli bir hava kirliliğinin olduğu yerde, çok daha büyük tanecik çapları görülür. Sis, metal buharı dumanları, buğu gibi daha küçük tanecikler havada daha uzun süre asılı kalırlar. Bu boyut aralığında, meteorolojik şartlar ve bölgenin topoğrafik yapısı, taneciklerin fiziksel özelliklerinden daha önemlidir.

Herhangi bir hava örneğindeki tanecik boyutu dağılımı, verilen bir boyuttan daha küçük olan taneciklerin yüzdeleri olarak tanımlanabilir. Şekil.2.1 de verilen en üstteki eğri (adet eğrisi), tipik bir atmosferdeki kirlilik için çizilmiştir. Ortadaki eğride (alan eğrisi) ise verilen bir boyuttan daha küçük olan taneciklerin toplam izdüşüm alanlarının yüzdesi görülmektedir. En alttaki eğride (kütle eğrisi) ise verilen bir boyuttan daha küçük olan taneciklerin toplam kütlelerinin yüzdeleri gösterilmiştir.



Şekil.2.1. Atmosferik tozların tanecik çapı dağılımı.

Bu üç eğri ile verilen değerler arasındaki farka dikkat etmek gerekir. Örnek olarak 0,1 µm veya daha küçük çaptaki tanecikler (Elektron mikroskobunun ölçebildiği en küçük çap olan 0,005 µm değerinin üzerinde olmakla beraber) atmosferde bulunan taneciklerin sayıca %80 kadarını, fakat kütlesel olarak yalnızca % 1'ini kapsamaktadır. Aynı zamanda, 1 µm çapından daha büyük tanecikler sayıca ancak %0,1 iken, toplam kütlenin % 70 kadarını oluşturmaktadır. Bu ise, küresel bir taneciğin kütlesinin, çapının küpü ile artmasının bir sonucudur. Kirliliğim % 80 kadarı, çapları 5 µm değerinden daha küçük taneciklerden meydana gelmektedir. En çok leke bırakıcılar ise 1 µm çapından daha küçük taneciklerdir. Kent içindeki havada bulunan taneciklerin çapı, genellikle 1 µm (birim yoğunluktaki bir küreye eşit olarak tanımlanan) değerinden daha küçüktür.

2.3. HAVA FİLTRELERİNİN ETKENLİK DEĞERLENDİRMESİ.

Hava temizliği düzeyi ile ilgili kıstasların yanı sıra, maliyet (ilk ve bakım), hacim şartları ve hava akışına direnç gibi etkenlerde de, çok çeşitli filtre türlerinin geliştirilmesine yol açmıştır. Farklı filtrelerin kıyaslanabilmesi, ancak standart test yöntemleri ile elde edilen veriler ile mümkün olabilmektedir. Filtrelerin etkenlik değerlendirmesini yapabilmek için göz önüne alınan üç değişken,

1. Filtre verimi,
2. Filtrenin hava akışına direnci,
3. Toz tutabilme kapasitesidir.

2.3.1. VERİM.

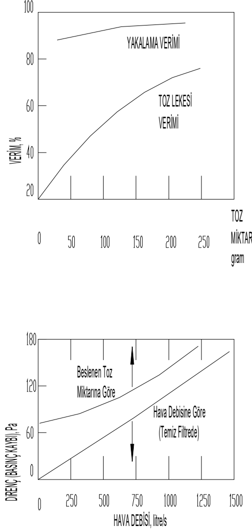
Filtrenin, hava akımındaki tanecikleri tutabilme yeteneğinin ölçüsüdür ve farklı şekillerde tanımlanabilir.

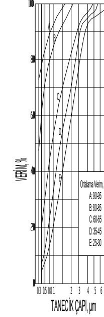
a) Yakalama verimi (arrestance) : Bir filtreye hava akımı ile gönderilen farklı boyutlardaki sentetik taneciklerden oluşan tozun, filtrede tutulan kısmının kütlesinin, gönderilen toplam toz kütlesine oranıdır. Gönderilen tozun tanecik boyutu dağılımına bağlıdır. Dönüş havalı sistemlerde kullanılan düşük ve orta verimli filtrelerin sınıflandırılması için uygundur. Şekil.2.2'de, kartuş tipi bir filtrenin yakalama verimi eğrisi gösterilmiştir.

b) Toz lekesi verimi (dust-spot efficiency) : Aynı atmosferden alınan filtre edilmiş ve süzülmemiş havaların, yarı-geçirgen bir kağıt üzerinde bıraktığı toz lekelerinin, ışık geçirgenliğini azaltma etkilerinin oranıdır. Bir filtrenin, atmosferik havadaki tozların, kumaşlar ve duvarlar üzerinde leke oluşturma etkisini azaltma yeteneğinin ölçüsüdür. Bu etki, daha çok, ince tanecikler tarafından oluşturulduğu için, bu verim tanımı, yüksek verimli filtrelerin sınıflandırılması için uygundur. Toz derişikliği ve kimyasal yapısının farklı olduğu atmosferik koşullar için, aynı filtrede farklı verimler elde edilebilir. Şekil.2.2. de tipik bir kartuş filtrenin verim eğrisi görülmektedir.

c) DOP verimi: Temiz odalar ve nükleer uygulamalar için kullanılan yüksek verimli HEPA filtrelerin etkenlik değerlendirmesi için kullanılan bu verim, bir sıvı yağ olan "dioctly phthalate" (DOP) maddesinden elde edilen dumanın hava akımına karıştırılarak filtreden geçirilmesi ve filtreden önce ve sonra, hava akımı içindeki DOP damlacıkları derişiklerinin ölçülmesi ile belirlenir. Giriş-çıkış derişiklik farkının girişteki derişikliğe oranı verimdir. Fakat, bu değer HEPA filtreler için, %99,97 veya daha büyük olduğu için bunun yerine, çıkıştaki derişikliğin girişteki derişikliğe oranı olan DOP geçirimi ("DOP Penetration") daha çok kullanılır. DOP damlacıklarının ortalama çapı yaklaşık olarak 0,27 µm'dir ve filtrelerin DOP verimleri/geçirimleri, çoğunlukla, 0,3 µm çaplı tanecikler için tanımlanır.

d) Tanecik boyutu verimi (Particle Size Efficency) : Atmosferik veya sentetik toz yüklü hava akımı, filtreden geçirilir ve filtreden önce ve sonra alınan hava örneklerindeki taneciklerin boyutlarına göre, sayıca ve kütlece derişiklikleri ölçülür. Böylece filtre veriminin, tanecik çapı ile değişimi belirlenir. Bu verim değeri, filtrelerin birbiriyle kıyaslanması için kullanılmaz. Çünkü, bu verim için tanımlanmış test standartları (tozun fiziksel veya kimyasal özellikleri, tanecik boyutu dağılımı v.s.) yoktur. Üreticiler kendi standartlarına göre testler yapmaktadırlar. Dolayısıyla, bu değer bir üreticinin bir tür filtresinin havayı temizleme etkenliğinin, tanecik boyutuna bağlı olarak değişimini, genel olarak ifade eder. Şekil.2.3. de çeşitli üreticilerin hava filtrelerine ait tipik verim eğrileri sunulmuştur.





Şekil 2.2. Bir kartuş filtrenin etkenlik değeri.

Şekil 2.3. Tipik hava filtreleri için verimin tanecik çapı ile değişimi.

Bir Filtrenin tüm ömrü için ortalama verimi, çoğu filtreler ve uygulamalar için en anlamlı verim değeridir. Ancak, çoğu kuru filtrede verim, toz yükü ile arttığı için düşük toz derişikli uygulamalarda, tasarım değeri olarak, filtrenin başlangıçtaki (henüz temiz iken) verimi göz önüne alınmalıdır.

2.3.2. HAVA AKIŞINA DİRENÇ.

Belirli bir hava debisinde, filtrede meydana gelen basınç düşümüdür. Şekil.2.2. de kartuş tipi bir filtrede oluşan basınç düşümü, hava debisine ve toz yüküne bağlı olarak gösterilmiştir.

2.3.3. TOZ TUTMA KAPASİTESİ.

Belirli bir hava debisi altında, basınç düşümü bir maksimum değere ulaşıncaya veya verimde ciddi bir düşüş oluncaya değin, filtrede toplanan toz miktarıdır. Filtrelerin maksimum çalışma dirençleri, üreticiler tarafından verilir. Filtre bu basınç düşümüne neden olacak kadar toz tutana değin çalıştırılabilir. Daha sonra, Filtrenin türüne göre, ya bakım yapılır yada filtre değiştirilir. Örneğin Şekil.2.2.de kartuş filtre için, üreticinin önerdiği maksimum direnç 120 Pa ise, bu filtrenin toz tutma kapasitesi yaklaşık olarak 140 kg' dır.

2.4. TANECİK TUTMANIN FİZİKSEL MEKANİZMALARI.

Hava temizleyiciler tanecikleri tutarken, aşağıdaki beş ana mekanizmadan yararlanırlar.

1. **Süzme :** En kaba filtre mekanizmasıdır. Küçük boyutlu açıklıklardan geçemeyen, daha büyük boyutlu taneciklerin, bu açıklıkların ağzına takılıp kalmasına dayanır. Lifli filtre ortamlarında, liflerin arasındaki boşluklar, yada kumaş filtrelerde, örgü açıklıkları süzme işlevini yerini getirirler.
2. **Doğrudan tutma:** Filtreleme ortamını oluşturan liflerin çok yakınından geçen akım çizgileri üzerinde hareket eden tanecikler, liflerle temas edince hareketsiz kalır ve lif yüzeyine tutunurlar.
3. **Tortulaşma:** Çapı büyük veya daha büyük tanecikler, akışı izleyemez ve akım çizgilerinden saparak liflerin yüzeylerine temas eder ve orada kalırlar. Yüksek hızlarda, sürüklenme kuvvetlerinin etkisiyle, tanecikler lif yüzeyinden ayrılıp tekrar akışa dönebilir. Bu durumlarda, taneciklerin yapışma yeteneğini artırmak için, liflerin yüzeyine bir viskoz kaplama uygulanır.
4. **Yayılma:** Çok küçük tanecikler (<0,1µm), genel akış doğrultuları etrafında, küçük ölçekli rasgele hareketler (Brownian motion) yaparlar. Bu hareketler sırasında, lif yüzeylerine temas edip tutunurlar.
5. **Elektrostatik etkiler:** Tanecikler ve içinden geçtikleri ortam elektrik yükü ile yüklenirse, tanecikler ters işaretli yüke sahip olan filtreleme ortamı elemanları (levhaları), tanecikleri çeker ve tutarlar.

2.5. FİLTRE TÜRLERİ.

En çok kullanılan filtreler,

1. Lifli filtreleme ortamına sahip Panel filtreler,
2. Filtreleme ortamı sürekli olarak yenilenebilen, otomatik makaralı filtreler,
3. Elektrostatik filtreler,
4. Bu üç türün bir arada kullanıldığı uygulamalarda birleşik filtreler olarak sınıflandırılabilirler.

2.5.1. PANEL FİLTRELER.

a) Viskoz çarpmalı filtreler: Kaba liflerden yapılmış ve yüksek boşluk oranına sahip panel filtrelerdir. Filtreleme ortamı, taneciklerin yapışmasını kolaylaştırmak için, yağ gibi bir viskoz madde ile kaplanmıştır. Filtreden geçen havanın tasarım hızı, genellikle 1 ila 4 m/sn (çoğunlukla 1,5 ila 3 m/sn) aralığındadır. Basınç düşümündeki artışın yanı sıra, hızı sınırlayan bir diğer etkende, yüksek hızlarda, filtre yüzeyindeki viskoz kaplamanın ve birikmiş olan toz kaplamanın koparak, hava akımına dönmesidir. Bu filtreler, düşük maliyete sahiptirler ve küçük basınç düşümlerine yol açarlar. Tüylü ve lifsi maddeleri tutma verimleri yüksek, normal atmosferik tozu tutma yetenekleri zayıftır. Kalınlıkları 100mm'ye kadar olabilir. Genellikle, konutlardaki ocaklarda ve iklimlendirme uygulamalarında ve daha çok, yüksek verimli filtreden önce ön-filtre olarak kullanılırlar.

Bu filtrelerin yapısı üç temel düzenleme içerebilir.

1. **Zigzaglı petek:** Filtremle ortamından akan havayı, ani yön değişimleri yapmaya zorlayan kıvrımlı metal şeritlerin oluşturduğu peteğe, havanın içindeki toz tanecikleri, kazanmış oldukları atalet ile çarpar ve tutunurlar.
2. **Kıvrımlı kafes:** Kafes telleri veya delikli levhaların kıvrılması ile oluşturulan yüksek boşluk oranlı ortam, hava akışı etkisinde ezilmeye karşı dayanıklıdır. Tellerin yüzeyine çarpan tozlar burada tutunurlar ve yüksek boşluk oranı, filtre tıkanmadan önce, çok miktarda tozun tutulmasını sağlar.
3. **Lifli ortam:** Kaba (15 ila 60 µm çaplı) cam yünü, metal yünü veya açık hücreli köpükler gibi, yüksek boşluk oranına sahip lifli bir ortam, filtreleme işlevini yerine getirir. Çoğunlukla, filtreye hava girişi tarafında, daha kaba lifler kullanılır ve daha gevşek doldurma yapılır. Filtrenin çıkışına doğru, lifler incelir ve sıklaşırlar. Böylece daha kaba taneciklerin, filtrenin giriş tarafında, daha ince taneciklerin ise, filtrenin çıkışında toplanması ve filtrenin daha uzun ömürlü olması sağlanır.

Bir filtrenin ömrü, hava içindeki kirin türüne ve derişikliğine ve sistemin çalışma sıklığına bağlıdır. Filtredeki basınç düşümünü gösteren manometre izlenerek, ne zaman bakım veya yenileme yapılması gerektiği belirlenir. Bu Tür filtrelere, çoğunlukla, basınç düşümü 120 Pa'ı geçtiği zaman servis yapılır.

Yapılacak olan servis türü, filtrenin yapısına ve kullanımına bağlıdır. Temizlenemeyen panel türü filtreler, ucuz malzemelerden örneğin petek için karton) yapılırlar ve bir kullanım süresinden sonra atılırlar. Temizlenebilir filtreler ise, çoğunlukla metalden yapılırlar ve bir çok kez temizlenip kullanılmaya dayanıklıdır. Değişik temizleme yöntemleri kullanılmakla birlikte, filtreler genellikle buhar ve su ile (deterjan da kullanarak) yıkanırlar ve üreticinin önerdiği viskoz maddeye daldırılarak veya püskürtme ile tekrar kaplanırlar.

b) Geniş Yüzeyli Kuru Filtreler

Değişik yoğunluk ve boyutlardaki lifli levhalar veya şiltelerden yapılırlar. Cam yünü, selüloz lifleri, yün keçe ve sentetik malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Filtreleme ortamı, çoğunlukla, tel kafes ile sarılarak dayanımı artırılır. Bazıları ise, preslenmiş rijit levhalardan yapılırlar ve ek bir desteğe gereksinimleri yoktur.Torba filtreler ise, hava akımı ile şişerler ve kendi dayanımını sağlarlar.

Bazı tasarımlarda, filtreleme ortamı değiştirebilir. Bu durumda filtre çerçevesi ve kafes teli, kalıcı bir sepet oluşturur. Bazı tasarımlarda ise, izin verilebilir maksimum toz yükü toplandıktan sonra, bütün filtre yenisi ile değiştirilir.

Kuru filtreler, çoğunlukla, viskoz kaplamalı fitrelere göre daha yüksek verime ve toz tutma kapasitesine sahiptirler ve ana filtre olarak kullanılırlar. Bir çok durumda, bir ön-filtre ile korunmaları ekonomiklik sağlar. Ön filtreler, ancak ana filtrenin tıkanmasına yol açabilecek olan tozu, kayda değer oranda tutabildikleri zaman kullanılırlar ve atmosferik toz lekesi verimleri en az %70 olmalıdır. 95 ve daha yüksek DOP verimine sahip HEPA filtreler için kullanılan ön-filtrelerin toz lekesi verimleri ise en az %80 olmalıdır.

Geniş yüzeyli kuru filtrelerdeki basınç düşümleri, başlangıçta (filtre yeni ve temiz iken) genel olarak, 25 ila 250 Pa'dır. Düşük dirençli olanların basınç düşümü, en çok 125'a, yüksek dirençli olanlarınki ise en çok 500 Pa'a çıktığı zaman, değiştirilirler. Fan seçiminde, maksimum yükünü almış olan filtrenin basınç düşümü hesaba katılmalıdır.

Verimli orta düzeyde olan geniş yüzeyli filtrelerde, filtreleme ortamının etkin yüzeyi, filtrenin alın yüzeyinden çok daha büyüktür. Bu nedenle, filtreleme ortamındaki hava hızı, filtre dışındaki hızdan oldukça daha küçüktür. Filtreye yaklaşırken hız 4 m/sn değerine kadar çıkabilirken, filtre içindeki hız 0,03 ile 0,46 m/sn aralığında gerçekleşir. Bu filtrelerden bazıları, 0,7 ile 10 µm çapında ince cam veya sentetik fiberlerden oluşan, 13 mm'ye kadar kalınlıkta örtüler; bazıları ise, daha kaba liflerden (>30 µm) oluşan, daha kalın (<50 mm) örtüler şeklinde olabilir.

c) Çok Yüksek Verimli Kuru Filtreler, Hepa Ve Ulpa Filtreler

Bu filtreler mikrometreden daha küçük cam liflerinden yapılmış kağıdın, derin katlar şeklinde kıvrılması ile oluşturulurlar. Bunların bağlı olduğu kanallardaki hava hızı, yaklaşık olarak 1,3 m/sn'dir. Tüm ömürleri boyunca dirençleri ise, 120 Pa'dan başlayarak 500 Pa ve daha yukarıya çıkabilir. Temiz odalarda, nükleer uygulamalarda ve zehirli taneciklerin söz konusu olduğu durumlarda kullanılırlar.

2.5.2. OTOMATİK MAKARALI FİLTRELER

Viskoz kaplamalı filtrelerin iki türü vardır. Birinci tür filtrelerde, bir makara üzerine sarılı, rastgele lifli (örgüsüz) bir örtü bulunur. Örtünün filtre içindeki kısmı kirlenince, makara el ile veya otomatik olarak sarılır ve filtre yüzeyine örtünün temiz bir kısmı gelir. Böylece kirlenen kısımlar toplama makarasına sarılır ve tam örtü bitince , yenisi ile değiştirilir.

İkinci tür viskoz kaplamalı otomatik makaralı filtrelerde ise, örtünün üzerinde bir metal kafes dolgusu vardır. Örtü belirli aralıklarla, bir viskoz madde havuzundan geçirilir ve bu sırada, toz yükünü havuza bıraktığı gibi, yüzeyindeki viskoz kaplamada yenilenir.

Her iki tür otomatik makaralı viskoz filtrede, uygun çalışma şartları korunduğu sürece, basınç düşümü, yaklaşık olarak sabit kalır. Tipik bir değer olarak, 2,5 m/sn alın hızı için basınç düşümü, 100 ile 125 Pa arasında gerçekleşir.

Kuru filtreler, yüksek boşluk oranına sahip, rastgele lifli (örgüsüz) malzemelerden yapılırlar ve genel havalandırma sistemleri için uygundurlar. Filtreye gelen havanın alın hızı, viskoz filtrelerden daha düşüktür. (1 m/sn mertebesinde)

Viskoz veya kuru, otomatik makaralı filtreler için tipik etkenlik göstergeleri Tablo 2.1'de özetlenmiştir.

Filtre türü	Filtreleme ortamı	Yakalama verimi %	Atmosferik toz lekesi verimi %	Toz tutma kapasitesi g/m^2	Filtreye girişteki hava hızı m/s
Viskoz çarpmalı	20 ile 40 µm çaplı cam veya sentetik lifler, 50 ile 65 mm kalınlıkta	70 ile 82	<20	600 ile 2000	2,5
Viskoz çarpmalı	Metal hücreli	70 ile 80	<20	Sürekli kullanılabilir	2,5
Kuru	Örgüsüz, kaba kumaş şilte 10 ile 25 mm kalınlıkta	60 ile 80	<20	150 ile 750	2,5
Kuru	Örgüsüz, ince kumaş şilte 10 ile 25 mm kalınlıkta	80 ile 90	<20	100 ile 550	1,0

Tablo 2.1. Otomatik makaralı filtrelerin etkenlikleri.

2.5.3 ELEKTROSTATİK FİLTRELER.

Bu filtreler, elektrostatik çökeltme ilkesini kullanarak, toz,duman ve polen taneciklerini, yüksek verimle tutma yeteneğine sahiptir. Filtre şekil 2.4. de görüldüğü gibi, bir iyonlaştırma bölümü ile bir de toplayıcı levha bölümünden oluşur. İyonlaştırma bölümünde asılı durumda bulunan, 6 ila 25 kV DC potansiyeli ile yüklenmiş küçük teller, iyonlaştırma alanı oluştururlar. Oluşan artı yüklü iyonlar, hava akışına dik hareket ederken akış içindeki bulunan taneciklere çarpar ve onları elektrikle yüklerler. Daha sonra toplayıcı bölüme geçen yüklü tanecikler, burada eşit aralıklı ve bir atlayarak 2 ila 10 kV DC artı elektrik potansiyel ile yüklenmiş paralel levhalar arasından geçerler. Yüksüz tanecikler ise topraklanmıştır. Artı yüklü taneciklerin ittiği artı yüklü tanecikler, yüksüz levhalara çarpar ve tutulurlar. Taneciklerin tutunması, levhaların yüzeyi, özel yağlar ve yapışkan malzemeler ile kaplanarak güçlendirilebilir. Artı yerine eksi yükler ile de tanecikler tutulabilir, ancak daha fazla ozon üretimine neden olurlar.

Normal olarak 240 VAC girişi olan bir elektrostatik bir fitreye gerekli olan yüksek DC gerilim bir DC güç kaynağı ile sağlanır. Enerji tüketimi 40 ila 85 W (m3/sn hava) aralığındadır.

Bu filtreler, düşük hava hızlarında (0,8 ila 1,8 m/s) çalıştırılırsa ortalama olarak %98 verimle havadaki tanecikleri tutar.

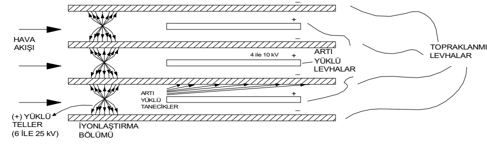
1. Toplayıcı levhalar tozla yüklendikçe,
2. Hava hızlı yükseldikçe,
3. Hız dağılımı bozuldukça,

verim azalır.

Filtreye hava girişi ve çıkışındaki kanalların, tüm kesitle eş-dağılımlı hız sağlamak için uygun tasarlanmış olmaları gerekir. Panel ön filtre kullanılarak, hem düzgün hız dağılımı sağlanır, hem de filtrenin yüksek potansiyeli olan kısmında, aşırı kıvılcımlaşmalara neden olabilecek olan iri tanecikler, önceden tutulmuş olur.

Elektrostatik filtrelerin tasarı ve seçiminde, hava hızı, iyonlaştırma alanı, şiddeti, levha derinlikleri ve aralığı, ve levha montajı gibi değişkenler, tutulacak olan tozların türü, boyutu, hava debisi ve istenen verim gibi uygulama şartlarına uygun olmalıdır.

Filtreler belli zaman aralıkları ile, sıcak su ve deterjan kullanılarak temizlenmelidir. Temizleme otomatik veya sökülerek elle de yapılabilir. Temizleme sıcaklığı kirleticinin türüne ve değişikliğine bağlı olup, endüstriyel uygulamalarda 8 saatte bire kadar inebilmekte, konut uygulamalarında ise, bir ila üç ayda bir olmaktadır her durumda, temizlenmenin zamanlaması, filtre veriminin, sürekli olarak yüksek tutulması acısından çok önemlidir.



Şekil 2.4. Bir elektrostatik filtrenin kesit görünüşü.

Yüksek doz değişikliği olan cevre ortamından aldığı havayı temizleyip iç ortama veren bir elektrostatik filtrenin verimi düşük ise, ya da kullanılan elektrostatik filtrede kaçak varsa iç yüzeylerde, filtre olmayan duruma göre daha fazla kirlenme olacağı unutulmamalıdır. Bunun nedeni, iyonlaştırıcıdan geçerken elektrik yüklenen, ancak toplayıcı levhalarda tutulmadan kaçan taneciklerin, mahal hacminde bir yük birikimine yol açması ve bu mahal elektrik yükünün, daha sonra gelen aynı işaretli yüke sahip taneciklerin duvarlara doğru itmesidir.

Yüksek voltaj ile çalışan tüm cihazlar, zehirli olan ve kağıt, kauçuk gibi malzemelere zarar veren ozon maddesi yayarlar. Doğru tasarlanmış ve tesis edilmiş olan elektrostatik filtreler, insan sağlığı açısından izin verebilir düzeyin çok altında ozon üretimine yol açarlar. Ancak sürekli olarak kıvılcımlaşma olursa ozon yayılımının, insanları rahatsız edici düzeylere çıkabileceği unutulmamalıdır.

2.6. FİLTRELERİN VERİMLERİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

1. Düşük verimli (kaba) filtreler: Bunlar temizlenemeyen (atılabilir) panel filtreler, şilte filtreler, yıkanabilir filtreler ve otomatik markalı filtrelerdir.

2. Orta/yüksek verimli filtreler: Torba filtreler, elektrostatik filtreler, derin kıvrımlı filtreler, bu sınıfa örnek verilebilir.

3. Çok yüksek verimli filtreler: HEPA (“high efficiency partikulate aie”) ULPA (“ultra penetration air”) filtreler ve çok yüksek verimli kuru filtrlerde bu sınıfı oluşturur.

Filtrelerin standart sınıflandırması, ülkelerin kendi standartları çerçevesinde belirlenmesine karşın, son yıllardaki çalışmalarla uluslar arası kabul gören standart hava temizliği tanımlamaları ve filtre sınıflandırılmaları yapılmıştır. ABD’de filtrelerin standart testlerin tanımladığı ASHREA Standart 52.1, bu tanımlama ve sınıflandırmaların hemen tümüne temel oluşturmuştur. Filtre sınıflandırması için son yıllara değin Türkiye de dahil çoğu Avrupa ülkelerinde EUROVENT 4/5 standardı kullanıldı. Avrupa Standartlaştırma Komitesi (“European Comittee for standartization/Comité Européen DE Nomalistation/Europaisches Komite Für Normung”), genel havalandırma filtreleri için 1993 yılında, **prEN 779- Particulate air filters for general ventilation – Determination of the filtration;** yüksek verimli HEPA ve ULPA filtreler içinde 1998 yılında, **EN 1822 High Effincienciency air filters (HEPA and ULPA)** standartlarını oluşturmuştur. Tablo.2.2 de bu standartlara göre, filtre sınıflandırılmaları gösterilmiştir.

GENEL HAVALANDIRMA FİLTRELERİ			
EU Sınıfı (Eurovent 4/5)	EN 779 Sınıfı	Yakalama verimi %	Toz lekesi verimi %
EU1	G1	<65	
EU2	G2	65≤…<80	
EU3	G3	80≤…<90	
EU4	G4	90≤	
EU5	F5		40≤…<60
EU6	F6		60≤…<80
EU7	F7		80≤…<90
EU8	F8		90≤…<95
EU9	F9		95≤

HEPA VE ULPA FİLTRELER		
EU sınıfı (DIN 24.183)	EN 1822 sınıfı	DOP Verimi *
EU10	H10	≥95
EU11	H11	≥98
EU12	H12	≥99.99
EU13	H13	≥99.997
EU14	H14	≥99.999
EU15	H15	≥99.9995
EU16	H16	≥99.99995
EU17	H17	≥99.999995

* Bu değerler HEPA filtreler için 0,3 µm tanecik çapındaki, ULPA filtreler için 0,12 µm tanecik çapındaki değerlerdir.

Tablo 2.2. Standartlarda, filtrelerin sınıflandırılması.

2.7. FİLTRE SEÇİMİ.

Belirli bir uygulama için filtre seçiminde, aşağıdaki etkenlerin göz önünde bulundurulması gerekir.

1. Filtreden çıkan hava için şart koşulan temizlik düzeyi (verim),
2. Havadan alınan tozun nasıl atılacağı,
3. Filtrelenecek olan havadaki tozun, türü ve miktarı,
4. Hava akışına göre direnç (basınç düşümü),
5. Filtre için kullanabilecek hacim şartları,
6. İlk maliyet ve ömür,
7. İşletme bakım ve değiştirme maliyetleri,
8. Mahal temizleme giderlerinden, eşya ve cihazların yıpranmasından ve hasar görmesinden, üretim ortamlarında toz nedeniyle oluşacak kayıplardan, personelin çalışma ortamının bozukluğundan ve hatta toz nedeniyle oluşacak hastalıklar için yapılacak harcamalardan, filtreleme ile sağlanacak tasarruf.

Bir fitre, süzeceği havanın debisine, toz içeriğine, sıcaklığına, izin verilebilir basınç düşümüne ve diğer çalışma şartlarına uygun bir kapasiteye ve yapıya sahip olmalıdır. Gelecekte hava debisinin artması veya diğer şartların değişmesi ihtimali varsa, başlangıçta buna göre yüksek kapasite ve filtre türü seçilmesi gerekir. Tablo.2.3 de filtrelerin türlerine ve verimlerine göre uygulama alanları listelenmiştir.

2.8. FİLTRELERİN TESİS EDİLMESİ VE BAKIMI.

Filtreler ister kuru isterse viskoz olsun, değişik kalınlıklarda (1000 mm'ye kadar) olabilir. Büyük sistemlerde, birden fazla filtre bir araya getirilerek, cıvata veya perçinle bağlanır ve filtre grupları

oluşturulur. Otomatik filtreler, toplam genişliği 20m'ye kadar, yüksekliği ise 5m'ye kadar çıkabilen çok bölmeli sistemler olarak düzenlenebilirler.

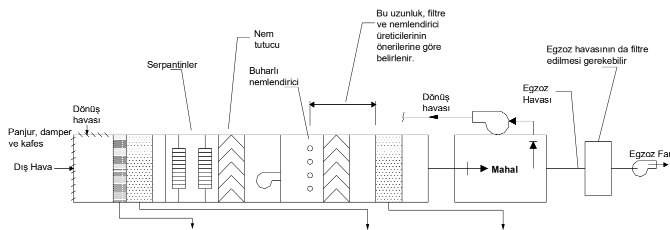
Birçok üretici, filtre bölmelerini yan yüzeyinden yüklenebilir olarak tasarlarlar. Böylece filtrenin, içine yerleştirildiği kanala girilmeden, bakım ve değişiminin yapılması mümkün olur. Bu da hacim ve maliyetten tasarruf Sağlar. Santral için tesis edilen filtrelerin, türüne bağlı olarak önünde veya arkasında veya her ikisinde birden bakım yapılması için 0,5 ile 1 m genişliğinde boşluk bırakılmalı ve bu hacimler aydınlatılmalıdır. Bu bakım hacimlerine erişebilmek için, uygun servis kapakları sağlanmalıdır.

Elektrostatik filtreler dışındaki tüm filtrelerde, filtrenin bakım ve değiştirme gerektirdiğini belirtecek olan bir basınç düşümü göstergesi bulunmalıdır. Elektrostatik filtrelerde ise, yüksek gerilimin kesildiğini veya düştüğünü bildirecek olan bir gösterge veya alarm sistemi olmalıdır. Filtreler, dış havanın binaya girdiği kanala, dönüş havası kanalına veya baypas kanalına koyulabilirler. Ancak, iklimlendirme santralindeki cihazları tozdan korumak ve daha pahalı olan ana-filtrelerin ömrünü uzatmak için, santralin girişine serpantinlerden önceye ön-filtre koyulmalıdır. Dış hava giriş kanalında tutulan toz, yağlı ve tanecikli yapıdadır. Bina içinden gelen havada ise, daha çok lifsi toz bulunur. Dış hava girişine yakın tesis edilen filtreler, dış ortam etkilerinden (rüzgâr, yağmur ve kar, filtreyi tıkayabilecek ve hasara uğratabilecek olan kâğıt, torba, ağaç parçaları, v.b maddeler gibi) korunmalıdır. Bu amaçla hava girişine uygun panjurlar ve davlumbazlar konulur. Bunların dış tarafına da büyük açıklıklı kafes teli gerilir.

Filtreye gelen ve filtreyi terk eden hava akışlarının, filtre alın yüzeyine dik olması, akışın kanal kesitine eş-dağılı ve türbülanssız olması, kanal bağlantılarında ani genişleme veya daralma olmaması, filtrenin ve veriminin korunması açısından çok önemlidir.

Baypas damperlerinden ve filtre çerçevesinden hava kaçakları olursa, filtre verimi büyük oranda düşer. Filtreden sonraki kanal bağlantıları, dikişleri ve servis kapaklarından da sızmalar olabilir. Bu nedenle, özellikle yüksek verimli filtreler kullanılan sistemlerde, sızdırmazlıkların çok iyi sağlaması gerekir.

Yüksek verimli filtrelerin kullanıldığı temiz oda uygulamalarında, filtre ile veriş menfezi arasındaki sızmalardan korunmak için, filtrelerin odaya olabildiğince yakın tesis edilmesi gerekir. Bu durumun çok önemli olduğu durumlarda, odanın tavan veya bir duyan, bütünüyle filtrelerden oluşturularak, hem sızmalar önlenir, hem de temiz oda tasarımında, bir boyutlu laminer akış sağlanır. Filtreler su damlacıklarından korunmak için, nemlendiricilerin yakınına takılmamalıdır. Santral içinde nemlendiriciden sonraya takılan filtre ile nemlendirici arasına nem tutucu koyulabilir. Filtrelerin buzlanmasına izin verilmemelidir. Bu amaçla, gerekiyorsa, buz çözme serpantini konulmalıdır.



Ghhghghghghghghgh

Uygulama	Ön-filtre	Ön-filtre/Filtre		Son Filtre	Uygulama Notları
Depolar, alışveriş mekanları, genel üretim alanları, mekanik ve elektrik cihaz odaları, serpantinlerin korunması	Yok	Panel veya otomatik makaralı	Yakalama % 50 ile 85	Yok	Büyük taneciklerin mahaldeki yüzeylere çökmesi önlenir. Serpantinler korunur.
	Yok	Kıvrımlı panel veya geniş	Toz lekesi: % 25 ile 30	Yok	

			yüzeyli			
Özel üretim alanları, elektrik atölyeleri, boyama atölyeleri, genel ofis alanları ve laboratuvarlar.	Yok		Geniş yüzeyli, kartuş, torbalı, elektrostatik (elle temizlemeli)	Yakalama: % 75 ile 90 Toz Lekesi: % 35 ile 60	Yok	Ortalama temizlik düzeyi sağlanır. Havadaki lifçikler tutulur. Tüm polenler % 60 verimle tutulur.
Grafik ve çizim ofisleri, elektronik atölyeleri, analitik laboratuarlar, konferans salonları, yönetici ofisleri	Geniş yüzeyli, kartuş veya torbalı	Yakalama: % 75 ile 85 Toz Lekesi: % 25 ile 40	Torbalı, kartuş veya elektrostatik (yarı-otomatik temizlemeli)	Yakalama: > % 98 Toz lekesi: % 80 ile 85	Yok	Ortalama temizliğin üzerinde. Mahaldeki yüzeylere çökelen toz tanecikleri yok. Kartuş ve torbalı filtreler, yüzeylerde leke oluşturan taneciklere karşı çok etkili, ama sigara dumanına kısmen etkili. Elektrostatik filtreler, dumana karşı çok etkili.
	Yok		Torbalı veya kartuşlu kısmı da olan elektrostatik	Yakalama: > % 98 Toz lekesi: % 80 ile 85	Yok	
Hastahanelerde ve ilaç geliştirme ve üretiminde aseptik olmayan alanlar	Geniş yüzeyli, kartuş veya torbalı	Yakalama: % 75 ile 85 Toz Lekesi: % 25 ile 40	Torbalı, kartuş veya elektrostatik (yarı-otomatik temizlemeli)	Yakalama: > % 98 Toz lekesi: % 80 ile 85	DOP % 95 atılabilir hücreli	Mükemmel temizlik. Leke oluşturan taneciklere, dumana, ise ve bakterilere karşı çok etkili.
	Yok		Torbalı veya kartuşlu kısmı da olan elektrostatik	Yakalama: > % 98 Toz lekesi: % 80 ile 85	Yok	
Hastahanelerde ve ilaç geliştirme ve üretiminde aseptik alanlar, film ve elektronik endüstrisinde temiz odalar, radyoaktif alanlar vb.	Geniş yüzeyli, kartuş veya torbalı	Yakalama: % 75 ile 85 Toz Lekesi: % 25 ile 40	Torbalı, kartuş veya elektrostatik (yarı-otomatik temizlemeli)	Yakalama: > % 98 Toz lekesi: % 80 ile 85	DOP % 99.97 atılabilir hücreli	Bakterilere, radyoaktif tozlara, zehirli tozlara, dumana ve ise karşı tam koruma.

Tablo 2.3. Türlerine ve verimlerine göre, filtre uygulamaları.

3. HİJYENİK KLİMALAR

Hastane enfeksiyonları tüm dünyada hem hasta hem de sağlık çalışanlarının sağlığını tehdit eden bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

ABD'de Center of Diceases Control (CDC) adlı araştırma merkezinin hastane enfeksiyonları ile ilgili yaptığı araştırmalara göre, Amerika’da her yıl 103 bin, Kanada'da ise 12 bin kişi hastanede kaptığı enfeksiyonlar nedeniyle hayatını kaybediyor.

Amerika'da farklı sebeplerden dolayı hastaneye yatan kişilerin %5'i enfeksiyona yakalanıyor. Hastanelerin yoğun bakım ünitelerinde ise bu rakam %14'e çıkıyor. Fransa'da hastanelerden kapılan enfeksiyon oranının %8 olduğu belirtilmektedir.

Bu noktada enfeksiyon önlemeye yönelik ürünlerin kullanımının insan hayatı için önemi bir kez daha anlaşılıyor. Hastane enfeksiyonları,hastaneler için sağlık konusunda bir problem olmasının yanı sıra çok önemli bir maliyet kalemi olarak ortaya çıkmaktadır.

Yurtdışında yapılan araştırmalar enfeksiyon çeşitlerine göre hastaya ya da hastaneye maliyetin 550 dolar ile 40.000 dolar arasında değiştiğini göstermektedir.

Ameliyat öncesi ve sonrası, hastaları olası enfeksiyonlara karşı korumak amacıyla uygulanan antibiyotik tedavisi de maliyeti ciddi oranda artırmaktadır.

Son yıllarda çalışmalarını hijyenik klima sistemleri üzerine yoğunlaştıran firmamız sunduğu çözümlerle klima sistemlerindeki enfeksiyon riskini minimuma indirdiği gibi hasta ve hastaneler için de maliyetlerin en aza inmesini sağlamıştır.

İç Hava Kalitesi http://pitrehavalandirma.com/blog/

4. TEMİZ HACİMLER

Temiz Oda: Havada bulunan partiküller, ısı, nem, hava basıncı, hava basınç akış modelleri, hava hareketi, titreşim, gürültü, organizmalar ve ışıklandırma açısından çevresel olarak kontrol edilen özel olarak inşa edilmiş kapalı alandır.

Temiz Hacim: Havada bulunan partikül konsantrasyonunun belirli sınırlarda veya bu belirli sınırların altında olduğu, belirli bir alandır.

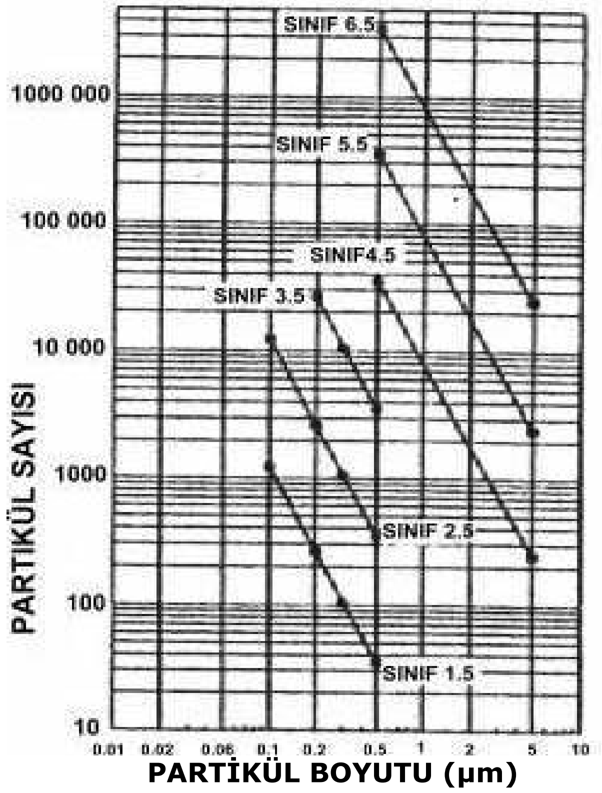
Konvensiyonel Akışlı Temiz Oda: tek yönlü olmayan veya karma hava akış modellerine ve hızlarına sahip olan bir temiz oda.

Hepa Filtre (Yüksek Etkinlikli Partikül Hava Filtresi): 0.3 μm partiküllerde %99.97'den fazla etkinliğe sahip olan bir filtredir.

Ulpa Filtre (Ultra Alçak Penetrasyon Havası Filtresi): 0.12 μm partiküller üzerinde minimum %99.999'luk bir etkinliğe sahip olan filtredir.

Tek Yönlü Akış: Aynı hızda ve aynı yönde, genel olarak paralel akım çizgilerinde havanın akışı.

Eksfiltrasyon: Farklım basınçlar nedeniyle kapılar ve geçitlerdeki çatlaklar, malzeme transferi sırasında meydana gelen açılımlar vb. nedeniyle havanın odanın dışına sızması.



Şekil 4.1. Hava temizliği sınıfları

SINIF SINIRLARI						
Sınıf İsmi		1.0 µm	0.2 µm	0.3 µm	0.5 µm	5 µm
SI	İnç-Pound	m^3 Başına Partikül	m^3 Başına Partikül	m^3 Başına Partikül	m^3 Başına Partikül	m^3 Başına Partikül
M1		350	75	30.9	10.0	--
M1.5	1	1240	265	106	35.3	--
M2		3500	757	309	100	--
M2.5	10	12400	2650	1060	353	--
M3		35000	7570	3090	1000	--
M3.5	100		26500	10600	3530	--
M4			75700	30900	10000	--
M4.5	1000		--	--	35300	247
M5			--	--	100000	618
M5.5	10000		--	--	353000	2470
M6			--	--	1000000	6180
M6.5	100000		--	--	3530000	24700
M7			--	--	10000000	61800

Tablo 4.1. Temiz odalar için SI sınıfları

4.1. TEMİZ HACİMLER VE TEMİZ ODA UYGULAMALARI

Teknolojik ilerlemeler ve daha temiz çalışma ortamları için olan ihtiyaç büyüdükçe, üretim, paketleme ve araştırma bölümlerinde temiz hacimlerin kullanımı artmaya devam etmektedir.

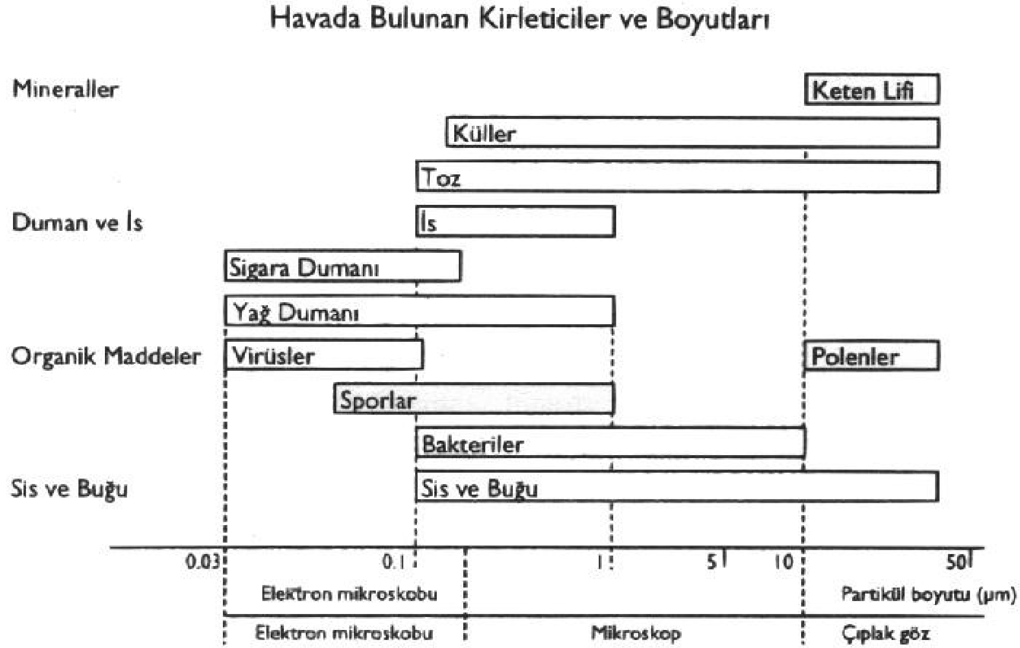
- Yarı iletkenler
- Eczacılık
- Uzay-havacılık
- Çeşitli Uygulamalar: Aseptik besin işleme ve paketleme, yapay organ ve eklem üretimi, otomotiv boya kabinleri, lazer/optik endüstrileri, hastane işletim odaları...vb.

4.2. HAVADAKİ PARTİKÜLLER

- Polen
- Bakteri
- Çeşitli canlı ve ölü organizmalar
- Yakma prosesi sonucu oluşan buhar ve partiküller
- İnsan derisi pulcukları,
- Lifler

- Kozmetikler

Bu partiküllerin boyutları 0.001 µm'den birkaç yüz µm'ye kadar değişir. 5 µm'den büyük partiküller hızla çökmeye eğilimlidirler.



Şekil 4.2. Havada bulunan kirleticiler ve boyutları

4.3. TEMİZ HACİMLERDEKİ PARTİKÜL KAYNAKLARI

DIŞ KAYNAKLAR: Enfiltrasyon sayesinde kapılardan, pencerelerden veya borular, kanallar için açılan deliklerden, hava şartlandırma sisteminden oluşur.

İÇ KAYNAKLAR: Personel temiz bir oda içinde bir kaç bin ila birkaç milyon arasında partikül üretebilir. Bu partiküller genellikle; deri pulcukları, ter, kozmetikler, saç kılı...vb. olur. Bu partiküller, personeli devamlı olarak temiz hava ile "yıkamak" üzere tasarımlanmış hava akımı, yeni özel giysiler ve uygun önlük giyme prosedürü ile kontrol edilir.

TEK YÖNLÜ HAVA AKIMI

Dikey bir laminar akış odasında, hava tipik olarak tavandan verilir ve yükseltilmiş döşeme veya yan panellerin altından geri döndürülür. Tavana yerleştirilen HEPA filtreleri ile bu tasarım mevcut olan en temiz çalışma ortamı sağlayabilir.

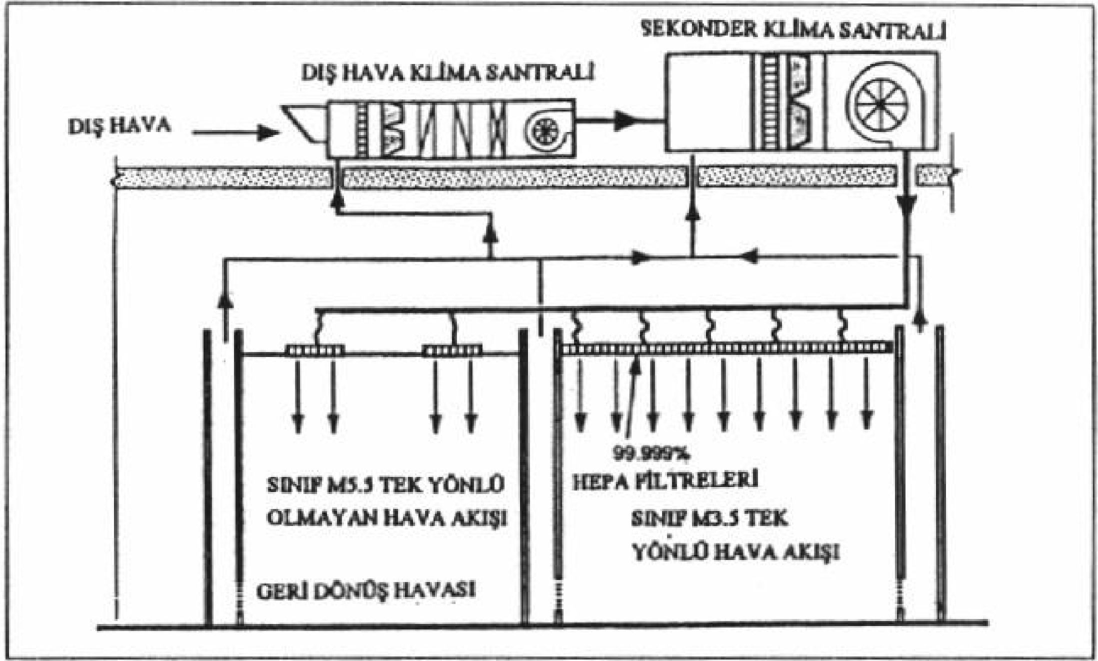
Yatay akışlı bir temiz odada, hava bir duvardan girer ve karşıt duvardan geri döner. Yatay akışlı bir temiz oda içindeki besleme duvarı, odanın bütün kesiti boyunca yaklaşık 0.46 m/s`lik bir hızda hava besleyen HEPA filtrelerden oluşur.

TEK YÖNLÜ OLMAYAN HAVA AKIMI

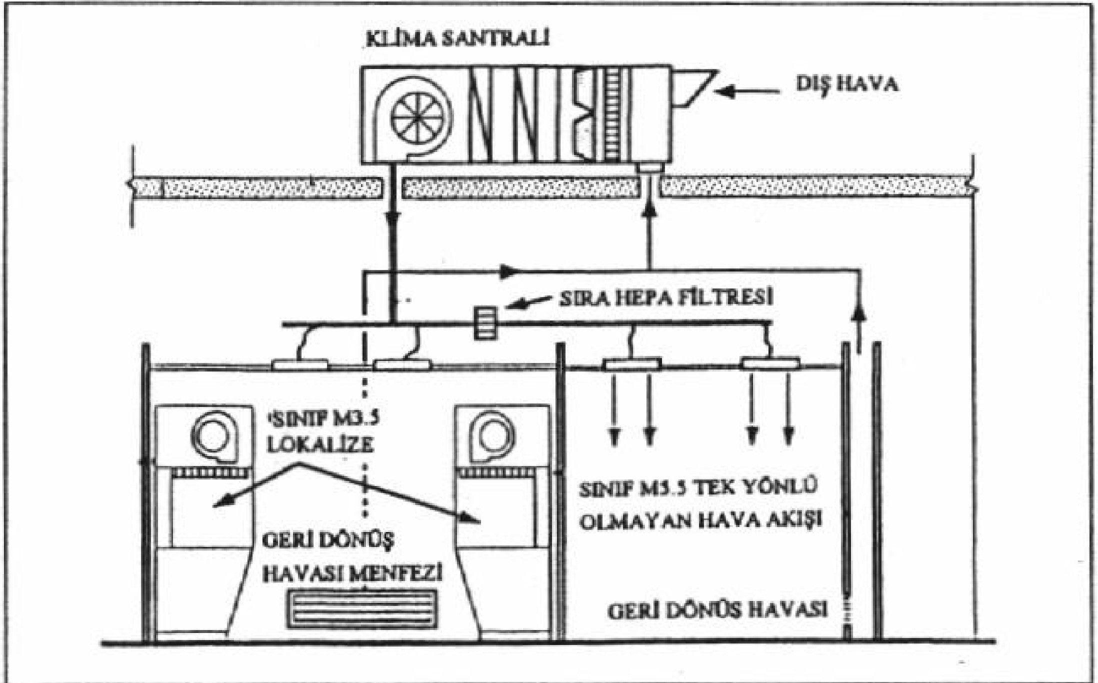
Tek yönlü olmayan hava akım sistemleri ile ilgili bazı örnekler Şekil-2 ve Şekil-3`te verilmiştir.

Bu hava akımı, M6.5 sınıfından M4.5 sınıfı temizlik düzeyine kadar tatmin edici kontaminasyon sonuçları sağlayabilir. İçerde üretilen partiküllerin birincil öneme sahip olduğu yerlerde, temiz hacim içerisinde temiz çalışma hacimleri kurulur.

Akış kontrol sistemleri içinde hava türbülansı zarar vericidir, ancak alçak ve yüksek partikül konsantrasyonlarının karışımını iyileştirmek için bu türbülansa ihtiyaç duyulur.



Şekil 4.3. Sınıf M5.5 kanallı HEPA filtresi besleme elemanlarına sahip tek yönlü olmayan temiz oda ve sınıf M3.5 kanallı HEPA filtresi tavanına sahip tek yönlü temiz oda.



Şekil 4.4. Sınıf M5.5 besleme kanalı içine yerleştirilmiş olan HEPA filtreli tek yönlü olmayan temiz oda ve sınıf M3.5 lokal çalışma istasyonları.